



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

INGRID SANTOS E SANTOS  
SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE  
GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ-PA**

TUCURUÍ  
2019

INGRID SANTOS E SANTOS  
SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE  
GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara

Coorientador: Me. Davi Edson Sales e Souza

TUCURUÍ  
2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

S237p Santos, Ingrid Santos E  
PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO  
PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO  
BOVINO EM TUCURUÍ-PA / Ingrid Santos E Santos, Samayara  
Nayara Vieira de Almeida . — 2019.  
96 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara  
Coorientador(a): Prof. Me. Davi Edson Sales  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade de  
Engenharia Sanitária e Ambiental, Campus Universitário de  
Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2019.

1. Matadouro. 2. Efluente. 3. Tratamento. I. Título.

CDD 620

---

INGRID SANTOS E SANTOS  
SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA

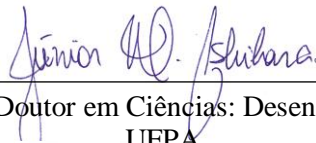
**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE  
GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

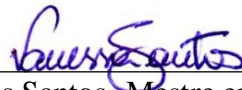
Data da aprovação: 26/06/2019

Conceito: Exc

**BANCA EXAMINADORA**



Júnior Hiroyuki Ishihara- Doutor em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental  
UFPA



Vanessa Conceição dos Santos- Mestre em Engenharia Civil  
UFPA

RENAN LOPES DE AGUIAR:95149554200

Assinado de forma digital por RENAN LOPES DE  
AGUIAR:95149554200  
Dados: 2019.07.14 18:20:58 -03'00'

Renan Lopes de Aguiar- Mestre em Engenharia de barragens e gestão ambiental  
Empresa: Licencie

À nossa família que nos apoiou durante essa jornada e aos nossos amigos que mesmo insuportáveis ainda amamos.

## AGRADECIMENTOS

Já? Ok, vou tentar ser rápida. Só para constar, aqui é a Ingrid. Quero agradecer a Deus, por ter mantido meu juízo no lugar ao longo do curso e desse querido (mas não tão querido assim) trabalho. Aos meus amigos, loucamente amados. Vocês foram meu porto seguro, me encheram de sorrisos, de abraços, de apoio e de comida (importantíssimo). Obrigada por escutarem meus lamentos, por me incentivarem a melhorar, por me chamarem a atenção, por terem chorado comigo, pelos encontrinhos na Caconde 8, pelas conversas até altas horas, pelas idas a lugares aleatórios (Oi, Marilusca!), por me matarem de vergonha em diversas ocasiões (Sama, aqui você é campeã) e por passarem vergonha junto comigo (é Sama, nessa também). Ah! Obrigada pelos aniversários. Significou tanto, vocês talvez não tenham ideia do quanto.

A minha parceira de TCC, caramba amiga, finalmente essa desgrama saiu. Obrigada por me suportar, por não me deixar dormir nas vésperas de prova, por sair de madrugada comigo para comprar ovo, por fofocar comigo a noite toda e por aquela vez que foi chorando comigo até a última parada do ônibus, depois que recebemos uma nota horrível. Obrigada por ser minha dupla, minha Rutherford, Jerry, Teco, Lowry, B1, Greg e por aí vai. Você é incrível, vaquinha.

Agradeço ao professor Davi Sales, que foi além de um professor sensacional, um pai, que incentivou, brincou e acalmou quando foi preciso. Obrigada por xingar para demonstrar entusiasmo (“porra, bacana”) e por nunca entender nossas brincadeiras. Quanta risada eu dei. Aos meus outros professores, exemplos do que quero me tornar: Júnior, Vanessa, Etiene, Juliete, Flávia, Karyme, Raynner, Aline (as duas), Rafael, Sandra, Alexandre e Manoel. Muito obrigada por tudo. Menção honrosa ao professor Grings que me carregou nos cálculos 1, 2 e 3.

Agora quero agradecer a uma série de coisas aleatórias que me ajudaram nesses 5 anos: Café, música, meus livros (me levaram para outro lugar quando necessitei), minha cama, comédias românticas, dias chuvosos, brigadeiro, bombom de cupú, bolos, festas juninas, Twitter, a Bahia, ao ônibus Nova Conquista e seus motoristas, as flores amarelas que são uma espécie de praga nessa cidade (porém lindas), cuscuz, álcool em gel e por fim meu ventilador.

Por último, mas jamais menos importante, quero agradecer a minha família. Primeiro aos meus familiares que se encontram longe de mim, as minhas madrinhas e aos meus cunhados. Eu amo vocês demais e sinto saudades sempre. Aos meus irmãos, sou muito feliz por ter sido agraciada com a presença de vocês na minha vida. Aos meus sobrinhos, tia ama demais. Os sorrisos de vocês iluminam a minha vida. Sempre me derreterei ao ser chamada de tia por vocês. Aos meus pais, eu não acho que mereça vocês. Vocês são a coisa mais

maravilhosa da face dessa terra. Eu amo vocês de forma incondicional. Obrigada por terem feito o impossível para que eu concluísse esse curso. Obrigada por ficarem horas no celular comigo, quando eu me desesperava com algo. Obrigada por acreditarem em mim, pelos abraços, pelo amor. Pai, obrigada por ser impossivelmente pirracento, por ser esse exemplo de homem e de pai. Mãe, não tenho espaço suficiente para agradecer pelos conselhos dados e por a senhora ser essa mulher espetacular que é. Vocês merecem o que existe de melhor no mundo. Mas o que fazer se o que existe de melhor no mundo são vocês mesmos? Acho que tenho que aceitar que esse presente, quem ganhou fui eu. (FIM)

Tentarei não me estender muito já que a Ingrid tomou o espaço da minha folha. Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e ter sido minha companhia todos os dias e noites em claro, agradeço pelo dom da vida e de poder ajudar aos outros com os conhecimentos que adquiri ao longo do curso. Agradeço também a minha família, minhas queridas irmãs e irmão pelo apoio incondicional durante esses cinco anos, em especial aos meus pais Gilvan e Olinda, que me inspiram a ser uma pessoa melhor e sempre me dão apoio e motivação para lutar pelos meus sonhos.

Ao longo do curso pude conhecer várias pessoas, que levarei para a vida, pessoas essas que são excelentes seres humanos e profissionais, dentre esses profissionais quero destacar a pessoa do meu querido e preferido professor Davi Sales, que sempre me motivou e viu em mim grande potencial, se o senhor soubesse a diferença que o senhor fez e faz em nossas vidas. Saiba que o senhor é um exemplo de ser humano e sempre irei lembrar de seus conselhos e piadas que só o senhor entende e acha graça (risos). Simplesmente obrigada.

Agradeço também ao professor Junior Ishihara que nos orientou na realização deste trabalho, o senhor é um exemplo de dedicação e excelência profissional, e a todos os demais professores. E não poderia deixar de agradecer também ao Renan Aguiar, pois sem o seu apoio não conseguiríamos concluir esse trabalho.

Ah!! Claro, não posso deixar de agradecer minha parceira insuportável que eu amo tanto, minha querida Ingrid (Ingridlena para os íntimos), foi difícil, mas vencemos amiga. Chegamos ao fim dessa jornada que iniciamos a cinco anos atrás, começamos o curso como amigas e você sem dúvidas foi uma das melhores coisas do curso (as vezes é chata, que só Jesus para me fazer aguentar), mas eu não consigo imaginar esse trabalho sem você. E agradeço também pelos meus queridos amigos que Deus colocou em minha vida, vocês são demais.

(SAMAYARA)

“Os senhores Aluado, Rabicho, Almofadinha e Pontas têm o orgulho de apresentar o Mapa do Maroto (mentira, é só o nosso TCC mesmo).”

Harry Potter e o prisioneiro de Azkaban, adaptado (1999).

## RESUMO

**SANTOS, Ingrid S. ALMEIDA. Samayara N.V. Proposição de um sistema de tratamento para o efluente gerado em um matadouro bovino em Tucuruí- PA. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, 2019.**

O presente trabalho apresenta em sua composição levantamento bibliográfico que fundamenta toda a pesquisa realizada, dando o embasamento necessário para o estudo. Também são descritos o dimensionamento e o custo orçamentário de um sistema de tratamento proposto para um matadouro bovino de Tucuruí-PA. Identifica o estado do setor de bovinos no país, além dos variados tipos de tratamento existentes para o efluente proveniente de matadouro, destacando o tratamento escolhido e suas vantagens. Com visita *in loco* e a aplicação de um questionário semiestruturado, escolhidos como procedimento metodológicos, o estudo propõe, referenciado nas publicações identificadas e na metodologia adotada, que o efluente do matadouro, que se caracteriza com um alto teor de matéria orgânica, seja tratado com um sistema composto por uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa, com um biorreator modelo lagoa coberta instalado na lagoa anaeróbia, para o reaproveitamento de biogás. Por último, o estudo apresenta o dimensionamento do sistema escolhido, com a elaboração de plantas do projeto proposto e uma estimativa orçamentária, para avaliação de custo da obra. O presente estudo conclui que o empreendimento necessita da implementação dos sistemas de tratamento propostos, visando principalmente a mitigação dos impactos socioambientais.

**Palavras chave:** Matadouro. Efluente. Tratamento.

## ABSTRACT

The present study presents in its composition a literary survey that justifies all the research done, giving the necessary background for the work. Also is described the sizing and an estimated budgetary cost for the chosen treatment of the effluent of a bovine slaughterhouse in Tucuruí-PA. Identifies the state of the cattle sector of the country, besides the various types of existing treatments for slaughterhouses' effluent, highlighting the chosen treatment and its advantages. With the use of a *in loco* visit and an application of a semi-structured questionnaire, chosen as a methodologic procedure, the study proposes, referenced on identified publications and in the adopted methodology, that the slaughterhouse effluent, characterized with a high organic matter content, needs to be treated with a compound system of an anaerobic pond adjacent to a facultative pond, with an anaerobic membrane bioreactor. Finally, the study presents the plans of the proposed project and the estimated budgetary cost, for the evaluation of the total cost of the construction. The present study concludes that the enterprise needs the implementation of the proposed treatment system, mainly aiming the mitigation of socio-environmental impacts.

**Keywords:** Slaughterhouse. Effluent. Treatment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Principais etapas de processo em abatedouros (matadouros) de bovinos.....	20
Figura 2- Esquema de lagoa facultativa aerada .....	35
Figura 3- Reator UASB .....	36
Figura 4- Reator anaeróbio operado em batelada sequencial .....	37
Figura 5- Filtro anaeróbio.....	38
Figura 6- Reator anaeróbio de leito fluidizado.....	39
Figura 7- Esquema de lagoa anaeróbia combinada com lagoa facultativa.....	41
Figura 8- Biodigestor anaeróbio, figura 9- modelo lagoa coberta e sua representação esquemática. ....	42
Figura 10- Mapa de localização do abatedouro no município de Tucuruí-PA.....	49
Figura 11- Esquema do tratamento proposto.....	54
Figura 12- Presença de urubus no empreendimento.....	66
Figura 13- Curral, figura 14 - Instalações precárias .....	66
Figura 15- Tanque séptico, figura 16- Filtro .....	67
Figura 17- Autoclave.....	68
Figura 18- Ossos depositados no solo .....	69
Figura 19- Lagoa, figura 20- Entrada da lagoa.....	69
Figura 21- Esquema operacional do matadouro de Tucuruí .....	70
Quadro 1- Principais fontes de poluentes e seus respectivos efeitos poluidores.....	27
Quadro 2- Impactos causados pela implantação e operação de um abatedouro.....	31
Quadro 3- Vantagens e desvantagens da reciclagem em graxarias. ....	46
Quadro 4- Coeficientes utilizados na calha Parshall .....	58
Gráfico 1- Ranking e variação anual do abate de bovinos- Unidades da Federação- 1ºs trimestres de 2017 e 2018.....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Consumo de água no processo de abate de bovinos.....	22
Tabela 2- Concentrações médias de poluentes em efluentes de abatedouros.....	25
Tabela 3- Parâmetro máximo permitido para lançamento dos efluentes.....	26
Tabela 4- Porções de subprodutos .....	45
Tabela 5 – Fases 1 e 2 do dimensionamento .....	71
Tabela 6 – Características do despejo.....	71
Tabela 7- Segunda etapa do dimensionamento .....	71
Tabela 8 – Continuação da segunda etapa do dimensionamento .....	72
Tabela 9 –Fase 4 da segunda etapa do dimensionamento .....	73
Tabela 10-Fase 5 da segunda etapa do dimensionamento .....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
Art	Artigo
ASBR	Anaerobic Sequencing Batch Biofilm Reactor
BA	Biodigestão Anaeróbia
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV's	Composto Orgânico Volátil
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FOA	Farinha de Origem Animal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kg	Quilograma
Km	Quilômetro
MP	Megapixel
NBR	Norma Técnica
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PVC	Policloreto de polivinila
RAFA	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
SEDOP	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas
SEMAS	Secretária de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices para a construção civil
SS <sub>d</sub>	Sólidos Sedimentáveis do Despejo
TFS	Tanque séptico, Filtro e Sumidouro
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
UFs	Unidades da Federação
UHE	Usina Hidrelétrica

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 OBJETIVOS.....	17
1.1 Objetivo geral .....	17
1.2 Objetivos específicos .....	17
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	18
2.1 Indústria do setor de carne bovina no país.....	18
2.2 Processos e operações de abatedouros de bovinos .....	19
2.2.1 Recepção.....	21
2.2.2 Condução e Lavagem .....	21
2.2.3 Insensibilização ou atordoamento .....	21
2.2.4 Sangria .....	21
2.2.5 Esfolação .....	21
2.2.6 Evisceração.....	22
2.2.7 Corte da carcaça.....	22
2.2.8 Consumo de água nas etapas do processo .....	22
2.3 Efluentes gerados no processo de abate de bovinos .....	23
2.4 Características dos efluentes líquidos gerados em abatedouros .....	24
2.5 Poluição hídrica .....	26
2.6 Regulação hídrica .....	28
2.6.1 Legislações Federais.....	28
2.6.2 Legislações Estaduais .....	30
2.6.3 Legislações Municipais .....	30
2.7 Impactos sócio- ambientais.....	31
2.8 Tratamentos de efluentes industriais de abatedouros.....	32
2.8.1 Etapas do tratamento .....	33
2.8.2 Lagoa aerada facultativa.....	34
2.8.3 Reatores anaeróbios .....	35
2.8.4 Tratamento escolhido .....	39
2.9 Sustentabilidade no processo de abate bovino.....	44
2.9.1 Aproveitamento de subprodutos.....	44
2.9.2 Uso racional da água.....	47

3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	49
3.1	Área de estudo .....	49
3.2	1º Etapa .....	50
3.3	2º Etapa.....	51
3.4	3ª Etapa .....	65
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	66
4.1	1º Etapa Avaliação da operacionalização do matadouro de bovinos de Tucuruí .....	66
4.2	2º Etapa: Resultado do dimensionamento do sistema de tratamento proposto .....	70
4.2.1	Custo total da obra.....	75
4.3	3º Etapa: Apresentação das plantas do sistema de tratamento proposto .....	75
5	CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	77
6	REFERÊNCIAS.....	79

## INTRODUÇÃO

O aumento populacional trouxe consigo um consumo elevado de carne e seus derivados, promovendo assim, o acréscimo da produção nacional das indústrias do setor frigorífico, gerando custos relevantes e trazendo preocupações a despeito da destinação dos resíduos e efluentes gerados durante o processo.

Segundo o Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (ABC-TO, 2013), são produzidos por ano, no Brasil, cerca de 180 milhões de toneladas de resíduos e efluentes de animais estabulados (suínos, bovinos e aves). Dispostos aleatoriamente na natureza, esses resíduos e efluentes podem gerar impactos ambientais de grande magnitude, como poluição atmosférica (com o gás metano) e poluição das águas (alta carga de matéria orgânica).

De acordo com BRAILE (1993), os matadouros de modo geral, utilizam grande quantidade de água em todo processo industrial, podendo chegar a 2.500 L/animal abatido, gerando com isso grandes quantidades de águas residuárias. Estas são caracterizadas por elevadas cargas orgânicas e concentrações de sólidos em suspensão, provenientes dos processos de abate, lavagem de pisos e equipamentos. É elevada também, a produção de resíduos sólidos, tanto do confinamento em currais com a deposição fecal dos bovinos durante a espera, quanto dos subprodutos não comestíveis provenientes do processo industrial. Entretanto, as características dos efluentes líquidos variam entre indústrias, dependendo do processo industrial e do consumo de água por animal abatido.

Dessa maneira o presente trabalho pretende propor um sistema de tratamento que associe baixo custo e eficiência para tratamento de um matadouro de pequeno porte na cidade de Tucuruí- PA, utilizando o sistema de lagoa anaeróbia seguido de lagoa facultativa.

O município de Tucuruí, encontra-se em uma região cercada por diversos cursos d'água, com destaque ao lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, que é utilizado pela população para lazer, alimentação e demais atividades.

Como uma forma de expandir o nível de rendimento do sistema também é proposto o aproveitamento de biogás na lagoa anaeróbia, utilizando um biodigestor modelo lagoa coberta e também o uso de uma composteira para aproveitamento de subprodutos gerados dentro do processo.

A biodigestão anaeróbia oferece várias vantagens como: conversão de resíduos orgânicos em gás metano, o qual pode ser usado diretamente como fonte energética; redução da emissão de amônia; controle de odores e o efluente da digestão anaeróbia, que pode ser utilizado como biofertilizante nas plantações, por ser fonte de vários minerais, além de contribuir para a rápida amortização dos custos da tecnologia instalada (AIRES, 2009; BORIN et al., 2013). Já a compostagem no tratamento de resíduos de animais tem como vantagens: eliminação de patógenos e sementes invasoras, estabilização microbiana, redução de volume e umidade, remoção e controle de odor, facilidade de armazenagem, transporte e uso e produção de fertilizante de boa qualidade (uniformidade) (EMBRAPA, 2014).

Trazer a discussão do tratamento e disposição final dos efluentes gerados em matadouros – em destaque os de pequeno porte – e a importância do estudo e implantação de novas tecnologias no tratamento de efluentes nesses locais, é fundamental para a redução dos impactos ambientais já citados e também para que sejam inseridos os benefícios agregados dentro desse contexto, como a redução do número de doenças de veiculação hídrica, aumento da oferta de biogás, auxílio na conservação do meio ambiente, proteção dos recursos naturais como um todo e por consequência uma maior qualidade de vida.

A primeira parte da presente pesquisa aborda o tema da indústria do setor de carne bovina no país, discorrendo desde o primeiro momento com a chegada desses animais em território nacional e o estabelecimento desse mercado, apresentando também as estimativas de abate de bovinos e quantitativos de bois por estados, considerando aqueles com maiores números. Em seguida, são discutidos os processos e operações de abatedouros de bovinos dissertando quais devem ser as etapas presentes no processo de abate e quais características um empreendimento desse setor precisa possuir para atender as exigências sanitárias.

Outro ponto de fundamental relevância é a destinação dos subprodutos e efluentes gerados, mas para que isso ocorra se faz necessário ter o conhecimento das características desses efluentes, por esse motivo outro tema apresentado é a característica dos efluentes líquidos gerados em abatedouros, o conhecimento sobre essa temática é fundamental principalmente devido à grande variedade das características dos resíduos.

Como essa atividade exige um elevado consumo de água, houve-se a necessidade de se discutir sobre esse consumo e sobre a poluição hídrica, já que geralmente o local escolhido para a destinação final é um corpo d'água, dessa forma as regulações hídricas também foram discutidas afim de se compreender quais devem ser os parâmetros seguidos para que haja um

lançamento de efluente segundo os padrões das regulações, minimizando assim possíveis problemas ambientais.

Um outro tópico importante são os impactos socioambientais, nessa parte são discutidos os impactos positivos e negativos, gerados nos meios físico, biótico e antrópico. Assim segue-se para o tratamento dos efluentes industriais de abatedouros, apresentando alguns sistemas de tratamento, como lagoas e reatores anaeróbios. Por fim, apresenta-se o sistema escolhido, apontando suas características e vantagens.

A segunda parte demonstra a metodologia empregada na realização deste trabalho, que foi uma visita in loco para a coleta de informações acerca do local com a aplicação de um questionário semiestruturado, além da coleta de dados através de pesquisa bibliográfica para a elaboração do dimensionamento.

Finalmente, a terceira parte expõe os resultados alcançados através do processo metodológico feito, discorrendo acerca das instalações e particularidades do processo de abate do local de estudo, das resoluções obtidas no dimensionamento do sistema proposto, do plano orçamentário da obra e apresentação das plantas elaboradas para as suas respectivas unidades. Neste ínterim, compreende-se que dissertar sobre a relevância do tratamento de efluentes provenientes de matadouros é pertinente não só dentro do contexto econômico e socioambiental, mas também do contexto acadêmico, já que é dentro dele que se inicia um processo de transformação e de estimulação de ideias acerca dos problemas relacionados ao meio ambiente e de como resolvê-los.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo geral**

Analisar as atividades desenvolvidas em um matadouro, em relação aos efluentes gerados por esta atividade e propor uma estação de tratamento de efluentes viável para as características do empreendimento.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Avaliar a operacionalização de um matadouro de bovinos;
- Caracterizar a carga e concentração teóricas dos parâmetros físico-químicos do empreendimento;
- Apresentar a concepção do processo escolhido para o tratamento;
- Dimensionar o sistema de tratamento proposto;
- Apresentar as plantas do projeto básico do sistema de tratamento proposto.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Indústria do setor de carne bovina no país**

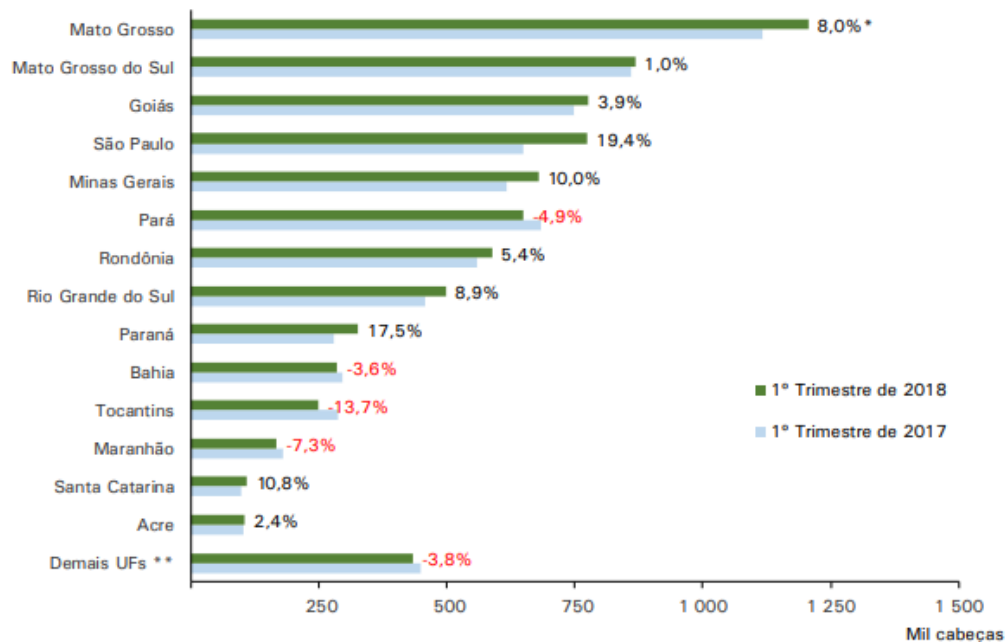
A espécie bovina foi trazida ao continente Sul Americano no ciclo das Grandes Navegações. Os primeiros bovinos chegaram no Brasil, juntamente com outros animais domésticos, apenas em 1533, na Expedição de Martin Alfonso de Souza, que resultou na fundação da primeira Capitania Portuguesa na Ilha de São Vicente. No final do século XVI havia uma grande abundância de bovinos no litoral brasileiro e em todas as Capitânicas Portuguesas (SILVA; BOAVENTURA; FIORAVANTI, 2012).

Enquanto o rebanho brasileiro aumentou em 60% entre os anos de 1987 e 2013, o rebanho nos estados da Amazônia (Mato Grosso, Pará, Acre, Rondônia, Roraima, Amazonas, Tocantins, Amapá e Maranhão) praticamente triplicou (280%), pois a pecuária se tornou o meio mais barato de ocupação da terra a ser desbravada (Centro de Sensoriamento Remoto-UFMG, 2014).

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, só no ano de 2017, cerca de 23.170.648 bovinos foram abatidos. Somente diante deste quantitativo já é possível visualizar o motivo de o Brasil ter sido considerado no ano de 2014, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como o segundo colocado no ranking mundial, atrás apenas da Índia, no que se refere ao tamanho do rebanho bovino, que chegou a 212,3 milhões de cabeças.

Atualmente o cenário brasileiro, conta com um quadro de abate de 323,46 mil cabeças de bovinos a mais no 1º trimestre de 2018, em relação ao mesmo período do ano anterior, foi impulsionada por aumentos em 17 das 27 Unidades da Federação (UFs). Entre aquelas com participação acima de 1,0%, ocorreram aumentos em: São Paulo (+125,56 mil cabeças), Mato Grosso (+89,67 mil cabeças), Minas Gerais (+61,55 mil cabeças), Paraná (+48,64 mil cabeças), Rio Grande do Sul (+40,64 mil cabeças), Rondônia (+30,03 mil cabeças), Goiás (+29,40 mil cabeças), Santa Catarina (+10,74 mil cabeças), Mato Grosso do Sul (+8,37 mil cabeças) e Acre (+2,51 mil cabeças). Em contrapartida, as maiores reduções ocorreram em: Tocantins (-39,52 mil cabeças), Pará (- 33,34 mil cabeças), Maranhão (-13,21 mil cabeças) e Bahia (-10,59 mil cabeças). No ranking das UFs, Mato Grosso continua liderando o abate de bovinos, com 15,6% da participação nacional, seguido por Mato Grosso do Sul (11,2%) e Goiás (10,1%), como mostra o Gráfico 1 (IBGE, 2018).

Gráfico 1- Ranking e variação anual do abate de bovinos- Unidades da Federação- 1º's trimestres de 2017 e 2018.



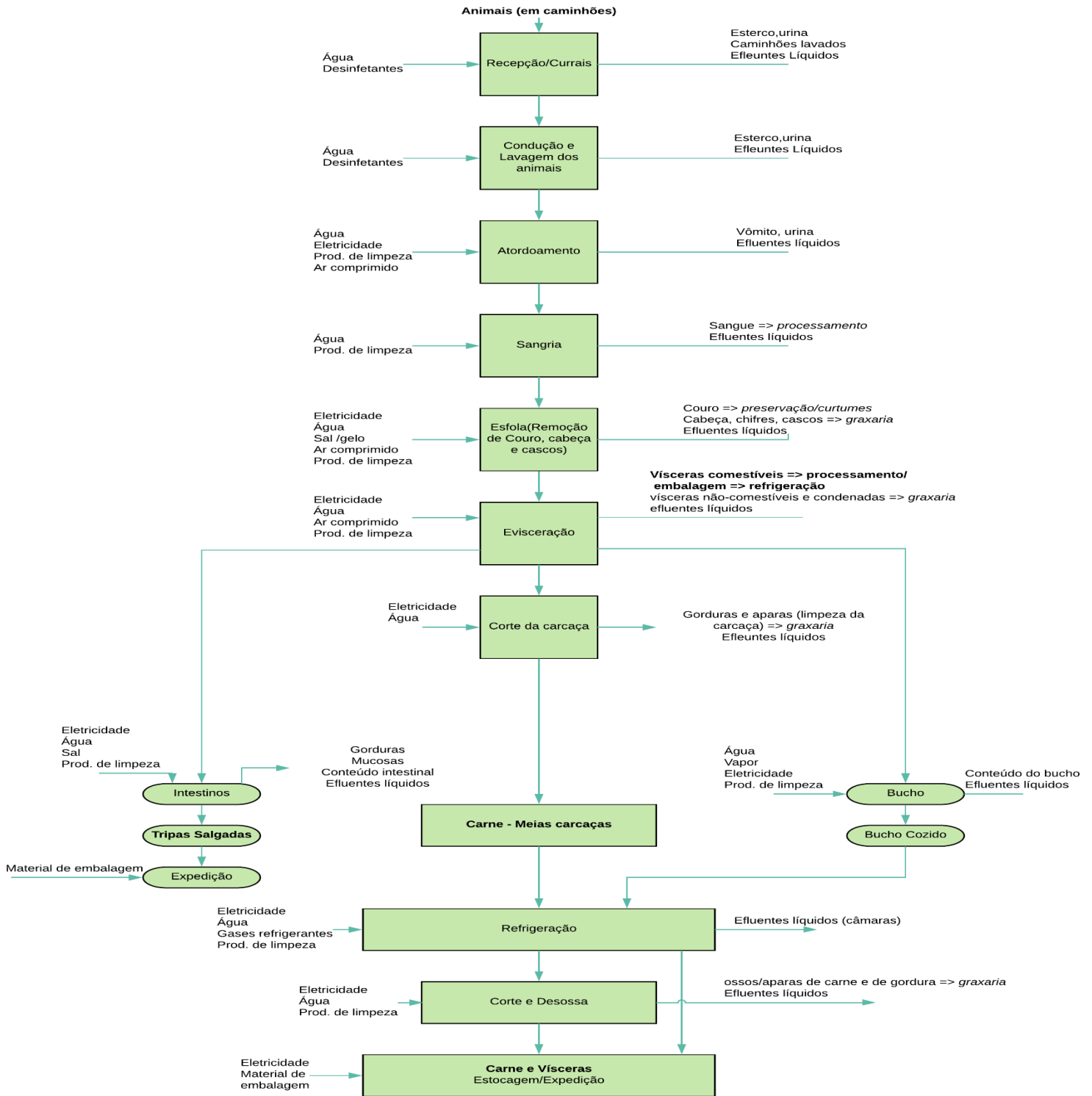
Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, (2017.I e 2018. I)

## 2.2 Processos e operações de abatedouros de bovinos

Segundo o Art. 21 do Decreto nº 30.691/52 da Lei Federal nº 1.283/50, que aprova o novo regulamento da inspeção industrial e sanitária dos produtos de Origem Animal, traz como a definição de matadouro, abatedouro ou frigorífico a seguinte designação: “Estabelecimento dotado de instalações adequadas para a matança de quaisquer das espécies de açougue, visando o fornecimento de carne em natureza ao comércio interno, com ou sem dependências para industrialização; disporá obrigatoriamente, de instalações e aparelhagem para o aproveitamento completo e perfeito de todas as matérias primas e preparo de subprodutos não comestíveis. O atendimento correto da disposição dos resíduos, as fases do processo tecnológico do abate e a rigorosa observância da higiene, antes, durante e após os seus trabalhos, são princípios básicos, cujo respeito constitui a garantia da obtenção de um produto mercadologicamente valioso, higienicamente idôneo e ecologicamente correto”.

Várias são as etapas que estão inclusas no processo de abate, e vários também são os subprodutos gerados por essa atividade, como ossos, gorduras, excrementos, sangue, substâncias estomacais entre outros e devido a isso há a necessidade de se ter alguns cuidados com esses resíduos para que não haja contaminação do alimento e meio ambiente.

Figura 1- Principais etapas de processo em abatedouros (matadouros) de bovinos.



Fonte: PACHECO (2006).

### 2.2.1 Recepção

Geralmente esses animais são transportados por caminhões até o local de abate, ao chegarem ao local eles são inspecionados e separados de acordo com a localidade da qual são originados, para se recuperarem do stress da viagem são encaminhados aos currais, como explicitado na Figura 1, nessa etapa os animais acabam por diminuir a sua carga estomacal, deixando excrementos no local. Os animais também são lavados para redução do stress e limpeza do couro. Essa água, junto com os dejetos dos animais, e o produto da posterior raspagem, devem ser encaminhadas para posterior tratamento.

### 2.2.2 Condução e Lavagem

O processo de abate ocorre após o período de descanso dos bovinos, os animais passam por uma espécie de ducha, onde é retirado a sujidade dos animais (fezes, barro, lama entre outros), todo o efluente gerado nessa etapa, também deve ter como destinação um tratamento adequado, após passarem pela ducha os animais são encaminhados para a próxima etapa que é o que chamam de insensibilização ou atordoamento.

### 2.2.3 Insensibilização ou atordoamento

Tem como função deixar o animal inconsciente até o final do abate (normalmente essa etapa é realizada através de uma pistola pneumática, vulgo pistola de ar), nessa fase o animal pode ter vômitos que deve ser lavado e encaminhado para tratamento.

### 2.2.4 Sangria

Nesta etapa o animal é erguido por meio de correntes entrelaçadas em uma das patas inferiores e é feita a degola dos animais, o que leva a morte dos mesmos por falta de oxigenação. O animal passa por outra lavagem, como o animal sangra até a morte, isso acaba gerando grandes quantidades de sangue, onde cada animal gera em torno de 15/20 litros, que normalmente são colhidos e reservados para outros usos ou podem ir para um sistema de tratamento.

### 2.2.5 Esfolação

Esta fase é onde será realizada a remoção da cabeça do animal e a retirada do couro, o qual é enviado para graxarias. Existem processos de lavagem durante essa etapa para garantir melhor visualização das estruturas do animal, sendo que os efluentes líquidos também são direcionados para um tratamento, podendo conter sangue.

### 2.2.6 Evisceração

Esta etapa é onde ocorre a remoção das vísceras, além de intestinos, bexiga e buxo. Os efluentes gerados nesta etapa são provenientes da lavagem e da água resultante da máquina lavadora de buchos.

### 2.2.7 Corte da carcaça

As carcaças são separadas para estoque. O efluente gerado é proveniente da água que lava as serras para retirada de fragmentos ósseos e de aparas de gordura e outros apêndices que possam estar presentes durante o processo, após isso a carne é direcionada para refrigeração e embalagem, seguindo para o consumidor final.

### 2.2.8 Consumo de água nas etapas do processo

Tabela 1- Consumo de água no processo de abate de bovinos

	Consumo de água (L. cab <sup>-1</sup> )	Tipo	Referência
	<b>2.532</b>	<b>Frigorífico</b>	<b>Martins, Astorga e Silveira (2006)</b>
Brasil	<b>2.312</b>	<b>Frigorífico</b>	<b>Forlani, Medeiros e Léo (2004)</b>
	<b>1.000-3.000</b>	<b>Frigorífico</b>	<b>CETESB (2006)</b>
	<b>1.000</b>	<b>Abatedouro</b>	<b>CETESB (2006)</b>
	<b>3.864</b>	<b>Frigorífico + Graxaria</b>	<b>CETESB (2006)</b>

Fonte: CETESB (2006).

A tabela 1 demonstra como é o consumo de água no Brasil, mostrando resultados expressivos, segundo a CETESB (2006) um abatedouro tem um consumo de 1.000L/ cabeça.

Conforme Souza e Orrico (2016), embora haja uma pequena quantidade de informações disponíveis, auferiu-se o percentual médio do consumo de água em cada etapa do processo de abate de bovinos: recepção (8%), sangria (13%), retirada da pele (11%), evisceração (11%), refrigeração (1%), caldeira (2%), graxaria (3%) e outros (51%). Pode-se observar que metade da parcela do consumo de água, baseada nos consumos médios, não especifica o uso desse recurso hídrico, o que, provavelmente, deve estar relacionado ao procedimento de lavagem dos currais e caminhões dos empreendimentos, e que não foram citados nos processos de licenciamento ambiental como uma etapa específica de uso. Martins, Astorga e Silveira (2006)

fizeram uma avaliação de um processo de abate de bovinos e testificaram que ao menos a metade do uso da água está associada a essa etapa.

Souza, Paradela e Pizarro (2013) examinaram um abatedouro no estado do Pará e perceberam que 38% do consumo de água está diretamente relacionado à etapa de evisceração, sendo maior do que a etapa de lavagem de curral.

### **2.3 Efluentes gerados no processo de abate de bovinos**

Paralelamente ao desenvolvimento acelerado do setor cárneo houve uma maior produção de efluentes oriundos do processamento da carne. Esses efluentes são altamente poluentes, pois apresentam elevado conteúdo de matéria orgânica e carga microbológica, que se dispostos de maneira inadequada no meio ambiente podem levar a sérios problemas ambientais. De qualquer forma, processamentos e destinações adequadas devem ser dados a todos os subprodutos e resíduos do abate, em atendimento às leis e normas vigentes, sanitárias e ambientais (PARDI et al., 2006).

Em frigoríficos, assim como em vários tipos de indústria, o alto consumo de água ao longo do seu processo ocasiona grandes volumes de efluentes. Estima-se que esse valor gire em torno de 80 a 95% de água que ao ser consumida é descarregada como efluente líquido (UNEP; DEPA; COWI, 2000).

Segundo o Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno) - (CETESB,2006), estes efluentes caracterizam-se principalmente por:

- a) alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal não digerido e conteúdo intestinal;
- b) alto conteúdo de gordura;
- c) flutuações de PH em função do uso de agentes de limpeza ácidos e básicos;
- d) altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal;
- e) flutuações de temperatura (uso de água quente e fria).

Desta forma, os despejos de abatedouros possuem altos valores de DBO5 (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio) - parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes, além de sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Fragmentos de carne, de gorduras e de vísceras normalmente podem ser encontrados nos efluentes. Portanto, juntamente com sangue, há material altamente putrescível nestes efluentes, que entram em decomposição poucas horas depois de sua geração, tanto mais quanto mais alta for a temperatura ambiente.

Ainda conforme o Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno) - (CETESB,2006), o sangue tem a DQO mais alta de todos os efluentes líquidos gerados no processamento de carnes. Sangue líquido bruto tem uma DQO em torno de 400g/L e DBO5 de aproximadamente 200g/L. Caso o sangue de um único bovino fosse descartado diretamente na rede, o acréscimo de DQO no efluente seria equivalente ao do esgoto total produzido por cerca de 50 pessoas em um dia. O sangue tem uma concentração de nitrogênio de aproximadamente 30 g/L.

Nos abatedouros, é comum os efluentes líquidos serem divididos em duas correntes (ou linhas): a linha “verde”, que contém os efluentes líquidos gerados em áreas sem presença de sangue (por exemplo, recepção- lavagens de pátios, caminhões, currais ou pocilgas, condução/ “seringa”, bucharia e triparia) e a linha “vermelha”, com os efluentes que contêm sangue (de várias áreas do abate em diante). Isto é feito para facilitar e melhorar seu tratamento primário (físico-químico), que é feito separadamente, permitindo remover e segregar mais e melhor os resíduos em suspensão destes efluentes, de forma a facilitar e aumentar possibilidades para sua destinação adequada. Como consequência, também se diminui a carga poluente a ser removida nas etapas de tratamento posteriores de forma mais efetiva, o que é desejável (atendimento aos padrões legais de emissões, com custos menores).

#### **2.4 Características dos efluentes líquidos gerados em abatedouros**

A diversidade das características dos resíduos da indústria de carnes, de suas fontes e volumes, exige estudos preliminares para orientar seu tratamento. Os resíduos quando não tratados podem se comportar como focos de proliferação de insetos, roedores e de agentes infecciosos (PARDI et al., 2006).

Saber as características dos efluentes gerados no processo de abate é de fundamental importância, já que as variáveis intrínsecas nessas características precisam ser controladas.

Pôde ser percebido até o momento que o efluente gerado possui elevadas cargas de gordura (lipídeos), óleos e graxas, sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo e proteína. Na Tabela 2 estão as características físico-químicas dos efluentes do abate bovino.

Tabela 2- Concentrações médias de poluentes em efluentes de abatedouros.

Parâmetro	Concentração
DBO5 (mg/L)	<b>2000</b>
DQO (mg/L)	<b>4000</b>
Sólidos suspensos (mg/L)	<b>1600</b>
Nitrogênio total (mg/L)	<b>180</b>
Fósforo total (mg/L)	<b>27</b>
Óleos e graxas (mg/L)	<b>270</b>
pH	<b>7,2</b>

Fonte: PACHECO e YAMANAKA, 2008 apud UNEP; DEPA; COWI (2000).

Os nutrientes presentes nos efluentes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), são essenciais para o desenvolvimento de microrganismos, plantas e animais, porém em excesso nos efluentes da agroindústria, pode provocar sérios problemas ao meio ambiente, como o fenômeno de eutrofização, crescimento excessivo de plantas, em lagoas, represas e corpos receptores (FIGUEIRÊDO et al., 2007).

Na caracterização de efluente, muitas vezes é desejável a utilização de parâmetros indiretos que traduzam o caráter ou o potencial poluidor do despejo em questão. Tais parâmetros definem a qualidade de um efluente, podendo ser dividido em três categorias: parâmetros físicos, químicos e biológicos (VON SPERLING, 2005).

Os resíduos líquidos industriais, independentes da sua composição, devem atender às normas prescritas pela resolução do CONAMA Nº 357 (BRASIL, 2005) e 430 (BRASIL, 2011). Como exposto na tabela 3.

Tabela 3- Parâmetro máximo permitido para lançamento dos efluentes.

Parâmetro	Concentração
pH	5,0 -9,0
Sólidos sedimentáveis	1 mg/L
Nitrato	10 mg/L
Nitrito	1 mg/L
Fósforo	0,15 mg/L
Nitrogênio	20 mg/L
DBO <sub>5</sub>	10 mg/L

Fonte: adaptada BRASIL (2005).

No caso dos abatedouros lavarem e/ou descarnarem e/ou salgarem as peles e/ou couros, despejos específicos destas operações serão incorporados aos efluentes líquidos destas unidades. Extravasamentos de salmouras, por exemplo, podem contribuir com uma carga poluente de cerca de 1,5kg DBO<sub>5</sub> /t peso vivo (PACHECO, 2008).

## 2.5 Poluição hídrica

A Lei 6938, de 31 de agosto de 1981 (DOU,1981), que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, dá as seguintes conceituações:

**Poluição:** a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

**Degradação da qualidade ambiental:** a alteração adversa das características do meio ambiente. Uma outra conceituação, menos formal, de poluição das águas é: a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

Esta definição é essencialmente prática e, em decorrência, potencialmente polêmica, pelo fato de associar a poluição ao conceito de prejuízo e aos usos do corpo d'água, conceitos esses atribuídos pelo próprio ser humano. No entanto, esta visão prática é importante, principalmente ao se analisar as medidas de controle para a redução da poluição (VON SPERLING, 2005).

O quadro 1 lista as principais fontes de poluentes, conjuntamente com os seus efeitos poluidores mais representativos.

Quadro 1- Principais fontes de poluentes e seus respectivos efeitos poluidores

(Continua)

Constituinte	Principais parâmetros representativos	Fonte				Possível efeito poluidor
		Água residuárias		Águas pluviais		
		Urbanas	Industriais	Urbanas	Agricultura e pastagem	
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	XXX	↔	XX	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas estéticos</li> <li>• Depósitos de lodo</li> <li>• Adsorção de poluentes</li> <li>• Proteção de patogênicos</li> </ul>
Matéria orgânica biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	XXX	↔	XX	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de oxigênio</li> <li>• Mortandade de peixes</li> <li>• Condições sépticas</li> </ul>
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	XXX	↔	XX	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crescimento excessivo de algas</li> <li>• Toxicidade aos peixes (amônia)</li> <li>• Doença em recém-nascidos (nitrato)</li> <li>• Poluição da água subterrânea</li> </ul>
Organismos patogênicos	Coliformes	XXX	↔	XX	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doenças de veiculação hídrica</li> </ul>
Matéria orgânica não biodegradável	Pesticidas Alguns detergentes Produtos farmacêuticos Outros	XX	↔	X	XX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicidade (vários)</li> <li>• Espumas (detergentes)</li> <li>• Redução da transferência de oxigênio (detergentes)</li> <li>• Biodegradabilidade reduzida ou inexistente</li> <li>• Maus odores (ex: fenóis)</li> </ul>
Metais	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn etc)	XX	↔	X		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxicidade</li> <li>• Inibição do tratamento biológico dos esgotos</li> <li>• Problemas na disposição do lodo na agricultura</li> <li>• Contaminação da água subterrânea</li> </ul>

Quadro 1- Principais fontes de poluentes e seus respectivos efeitos poluidores

(Conclusão)

Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade elétrica	XX	↔	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salinidade excessiva – prejuízo às plantações (irrigação)</li> <li>• Toxicidade a plantas (alguns íons)</li> <li>• Problemas de permeabilidade do solo (sódio)</li> </ul>
---------------------------------	--	----	---	---	---	--

Fonte: VON SPERLING (2005).

Nota: X: pouco xx: médio xxx: muito ↔: variável em branco: usualmente não importante.

## 2.6 Regulação hídrica

### 2.6.1 Legislações Federais

As atividades humanas que provocam alterações nas condições naturais das águas são consideradas "usos", como, por exemplo, irrigação, abastecimento, geração de energia hidroelétrica, entre outros.

Inserida nesta premissa presenciamos a institucionalização de uma proposta descentralizada de gestão dos recursos hídricos a partir das determinações apresentadas pela Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, instituída pela Lei Federal nº. 9.433/97, que tem como fundamento a concepção da água enquanto um bem público finito e vulnerável dotado de valor econômico, determinando que a gestão dos recursos hídricos deverá seguir a lógica da descentralização proporcionando, assim, o uso múltiplo dos mesmos (DA SILVA, 2008).

Segundo a lei nº 9.433/1997, a Agência Nacional de Águas (ANA) é a instituição responsável pela análise técnica para a emissão da outorga de direito de uso da água em corpos hídricos de domínio da União. De acordo com a Constituição Federal, corpos de água de domínio da União são aqueles lagos, rios e quaisquer correntes d'água que passam por mais de um estado, ou que sirvam de limite com outros países ou unidades da Federação. Em corpos hídricos de domínio dos Estados e do Distrito Federal, a solicitação de outorga deve ser feita junto ao órgão gestor estadual de recursos hídricos, sendo o responsável no estado do Pará a Secretária de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS).

Segundo a resolução do CONAMA 303, é dever do Poder Público e dos particulares preservar a biodiversidade, notadamente a flora, a fauna, os recursos hídricos, as belezas naturais e o equilíbrio ecológico, evitando a poluição das águas, solo e ar, pressuposto intrínseco

ao reconhecimento e exercício do direito de propriedade, nos termos dos arts. 5º, caput (direito à vida) e inciso XXIII (função social da propriedade), 170, VI, 186, II, e 225, todos da Constituição Federal, bem como do art. 1.299, do Código Civil, que obriga o proprietário e posseiro a respeitarem os regulamentos administrativos; (Acrescentado pelo Resolução do CONAMA nº 341, de 2003).

A portaria 357 do CONAMA considera que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza; Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida; esta portaria dispõe sobre a classificação e o enquadramento dos corpos d'água que é baseado nos níveis de qualidade que cada corpo d'água deveria possuir de acordo com as necessidades de cada comunidade. Deve ser levado em consideração a saúde, o bem-estar humano e o equilíbrio do meio ambiente aquático, pois esses não podem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas.

O artigo 1º da resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes para enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo este um dos usos da água mais conflituoso, já que a diluição dos despejos pode levar ao comprometimento dos demais usos, dessa forma é imprescindível que os órgãos gestores dos recursos hídricos sejam rígidos em relação a esse tipo de atividade.

A Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005, definindo em seu artigo 4º a capacidade de suporte do corpo receptor como o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento. No artigo 5º, a Resolução informa que os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

Em seu artigo 7º a resolução 430 declara que o órgão ambiental competente terá de estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, de modo que as metas para o enquadramento do corpo receptor não sejam comprometidas. Por fim, o artigo 12º, determina que o lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe

especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis.

### 2.6.2 Legislações Estaduais

Observa-se que a Lei Estadual nº 6.381 de 25 de julho de 2001, atribui responsabilidades ao Estado de fomentar e coordenar ações integradas nas bacias hidrográficas, tendo em vista garantir que o tratamento de efluentes e esgotos urbanos, industriais e outros, realizados pelos respectivos usuários, ocorra antes do lançamento nos corpos d'água.

O Estado também se compromete em realizar programas integrados com os Municípios, mediante convênios de mútua cooperação, assistência técnica e econômico-financeira, com vistas:

- I. à instituição de áreas de proteção e conservação das águas utilizáveis para abastecimento das populações;
- II. à proteção e conservação das áreas de preservação permanente obrigatória, além daquelas consideradas de risco aos múltiplos usos dos recursos hídricos.

Como podemos observar no arranjo institucional construído para dar suporte ao gerenciamento da PNRH o âmbito municipal não apresenta relevância, a não ser quando se fala em consórcios municipais. A principal funcionalidade delegada ao município com a promoção da organização dos usuários, divulgando a legislação existente, bem como os conscientizando sobre a situação real do município, incentivando a busca de soluções para os problemas e um planejamento para evitar problemas futuros (COSTA, 1998).

### 2.6.3 Legislações Municipais

As margens do rio Tocantins necessitam em certos trechos do perímetro urbano, de recuperação, bem como proteção para aqueles locais ainda preservados. As áreas das margens de rios, lagoas e do reservatório da UHE Tucuruí são, todas, áreas de preservação permanente, e tem a proteção legal do Código Florestal. (PLANO DIRETOR, 2006).

Segundo a Lei Orgânica do município, em seu artigo 152, o Município promoverá a preservação dos mananciais de água do Município e a conservação das margens fluviais dos cursos de água internos, definindo uso e forma de manejo, e o Art. 153 estabelece que o Município estabelecerá diretrizes para a utilização racional das águas superficiais subterrâneas, assegurando, prioritariamente, o suprimento de água à população, através de programa permanente de conservação e proteção contra a poluição de coleções de águas para

abastecimento, lazer e recreação. No capítulo VII desta mesma Lei, diz que o município promoverá a manutenção e criação de unidades de conservação da natureza.

De acordo com os incisos VIII e IX do artigo 175, cabe ao município proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas, registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seu território.

## 2.7 Impactos sócio- ambientais

No processamento industrial de abatedouros são gerados resíduos poluentes causadores de impactos ambientais negativos. Estes resíduos, provenientes das diferentes etapas do processo industrial, podem ser classificados de acordo com suas características físico-químicas e origem de geração (FERREIRA et. al., 2002). No quadro 2, estão listados os impactos ambientais causados pela implantação e operação de um abatedouro, onde (–) são os impactos identificados como negativos e (+) são os impactos identificados como positivos.

Quadro 2- Impactos causados pela implantação e operação de um abatedouro.

AÇÕES IMPACTANTES  FATORES AMBIENTAIS		IMPLANTAÇÃO						OPERAÇÃO									
		Geração de empregos	Ruídos	Dispersão de material particulado	Remoção de vegetação	Desvalorização imobiliária	Aumento do trânsito de veículos pesados	Geração de empregos	Produção de alimentos	Ruídos	Desvalorização imobiliária	Transporte de animais	Geração de efluentes líquidos	Geração de resíduos sólidos	Emissões de caldeiras	Odores desagradáveis	Proliferação de insetos
MEIO FÍSICO	Ar			-													
	Solo												-	-	-	-	
	Águas superficiais												-	-	-	-	
	Águas subterrâneas												-	-	-	-	
MEIO BIÓTICO	Fauna aquática												-	-	-	-	
	Cobertura vegetal				-												
MEIO ANTRÓPICO	Estrutura viária					-					-						
	Oportunidade de emprego	+						+									
	Oferta de alimentos para a população								+								
	Mercado imobiliário					-				-							
	Desconforto para a população		-	-			-			-						-	-
	Risco sanitário para a população			-								-	-	-		-	-

Fonte: FERREIRA et. al. (2002).

Como pode ser observado no quadro 2 os impactos negativos estão mais presentes que os impactos positivos nesse tipo de empreendimento. Quando se trata do meio, observa-se que no meio físico os impactos negativos estão majoritariamente na fase de operação e no meio antrópico estão presentes de forma marcante tanto na implantação quanto na operação.

## **2.8 Tratamentos de efluentes industriais de abatedouros**

Para minimizarem os impactos ambientais de seus efluentes líquidos industriais e atenderem às legislações ambientais locais, os abatedouros devem fazer o tratamento destes efluentes. Este tratamento pode variar de empresa para empresa (PACHECO, 2008).

Existem inúmeros processos para o tratamento de esgoto, individuais ou combinados. Sendo assim, os métodos de tratamento que devem ser empregados, devem levar em conta a composição do efluente e os padrões que pretende-se atingir para a remoção de substâncias indesejáveis da água ou para sua transformação em outras formas aceitáveis segundo a legislação ambiental e seus padrões determinados pelas autoridades, o que vai variar muito de empresa para empresa. Em geral, inicia-se com processos físicos, tendo como objetivo remover sólidos de maior dimensão e os líquidos imiscíveis na água (óleos e gorduras), os quais não podem ser segregados. E depois realiza-se processo físico-químico ou biológico para minimizar outros contaminantes (MALDANER, 2008).

Scarassati et al (2003), afirma que os processos de tratamento comumente usados na depuração dos despejos de Matadouros e Frigoríficos são: Processos Anaeróbios; Sistema de Lagoas Aeróbias; Lodos Ativados e suas Variações; Filtros Biológicos de Alta Taxa; Discos Biológicos Rotativos (Biodiscos).

Porém é sabido que existem outros processos eficientes que podem ser utilizados para este fim, como pode ser observado nos exemplos a seguir:

- O estudo feito por Arruda, 2011, intitulado “Tratamento anaeróbio de efluentes gerados em matadouros bovinos”, que tinha por objetivo avaliar a situação dos matadouros da Região Metropolitana do Recife e identificar um estabelecimento mais apropriado para os estudos de caracterização e tratabilidade, para isso foi feita uma caracterização da bovinicultura, dos processos ocorridos em um matadouro e também dos diversos tipos de tratamento aplicáveis, ressaltando suas eficiências, vantagens e desvantagens. O tratamento proposto, em instalação piloto, foi a utilização do processo anaeróbio, com um reator do tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), visando obter parâmetros de projeto e operação mais adequados para a realidade do Estado. Utilizando-se de análises

laboratoriais para atestar a eficiência do tratamento, destaque para a eficiência na remoção de DQO bruta e filtrada (entre 76% e 88%) e para a aptidão em absorver picos de COV's; e desvantagem para o elevado valor de DQO remanescente mesmo em condições ótimas de funcionamento, sendo necessário um pós-tratamento;

- Cardoso, 2015, em seu trabalho intitulado “Tratamento de efluentes de abatedouros de bovinos para produção biogás: Uma abordagem para sustentabilidade”, discorreu sobre o assunto com uma revisão bibliográfica baseada nos processos ocorridos em um abatedouro, destacando o tratamento anaeróbio do efluente visando a produção do biogás. Os tratamentos sugeridos são o reator UASB, os biodigestores e as lagoas anaeróbias revestidas por lonas flexíveis para a captação do biogás.

#### 2.8.1 Etapas do tratamento

De acordo com Nunes (2008), as estações de tratamentos de efluentes tradicionais costumam ser divididas em quatro etapas:

- a) Tratamento preliminar: ocorre retenção de material grosseiro, flutuantes e material mineral sedimentável. Utiliza-se para isto grades, desarenadores (caixa de areia), caixas de retenção de óleo e gordura e peneiras;
- b) Tratamento primário: consiste na remoção de matéria orgânica em suspensão. Os processos ocorrem através de decantação primária, precipitação química, flotação e neutralização;
- c) Tratamento secundário: separação da matéria orgânica dissolvida e em suspensão. Os procedimentos mais conhecidos nesta etapa são os processos de lagoas de estabilização, lodo ativado, sistemas anaeróbios com alta eficiência de remoção do carbono orgânico, filtros biológicos, lagoas aeradas e precipitação química;
- d) Tratamento terciário: é aplicado quando se pretende obter um efluente de alta qualidade, ou a remoção de outras substâncias contidas nas águas residuárias. Pode ocorrer através de adsorção de carvão ativo, osmose inversa, eletrodialise, troca iônica, filtros de areia, remoção de nutrientes, oxidação química e remoção de organismos patogênicos.

Pacheco (2008), afirma que o tratamento primário é realizado para a linha “verde” e para a linha “vermelha”, separadamente. Em seguida ocorre a equalização; realizada em um

tanque de volume e configuração adequadamente definidos, com vazão de saída constante e com precauções para minimizar a sedimentação de eventuais sólidos em suspensão, por meio de dispositivos de mistura. Permite absorver variações significativas de vazões e de cargas poluentes dos efluentes líquidos a serem tratados, atenuando picos de carga para a estação de tratamento. Isto facilita e permite aperfeiçoar a operação da estação como um todo, contribuindo para que se atinjam os parâmetros finais desejados nos efluentes líquidos tratados.

Os processos biológicos empregados nos tratamentos de efluentes tendem a reproduzir, em escala de tempo e área, os fenômenos de autodepuração que ocorrem na natureza (VON SPERLING, 2005).

A decomposição da matéria orgânica nos tratamentos biológicos pode ser realizada em processos anaeróbios ou processos aeróbios, dependendo da disponibilidade de oxigênio dissolvido para a oxidação dos compostos orgânicos (PARDI et al., 2006).

#### 2.8.2 Lagoa aerada facultativa

Nas lagoas aeradas facultativas o oxigênio é obtido majoritariamente por meio da aeração mecânica (Gerardi and Lytle, 2015) e minoritariamente pela fotossíntese e aeração da superfície feita pelo vento. Esse tipo de lagoa requer menos espaço que a lagoa facultativa, usualmente possuindo de 2 a 6 metros de profundidade (US EPA, 1983).

Com maior entrada de oxigênio na lagoa, obtém-se uma rápida decomposição da matéria orgânica. Como a lagoa é também facultativa, uma grande parte dos sólidos do efluente e da biomassa sedimenta, sendo decomposta por bactérias anaeróbias no fundo desta unidade (RIBEIRO, 2010).

Figura 2- Esquema de lagoa facultativa aerada



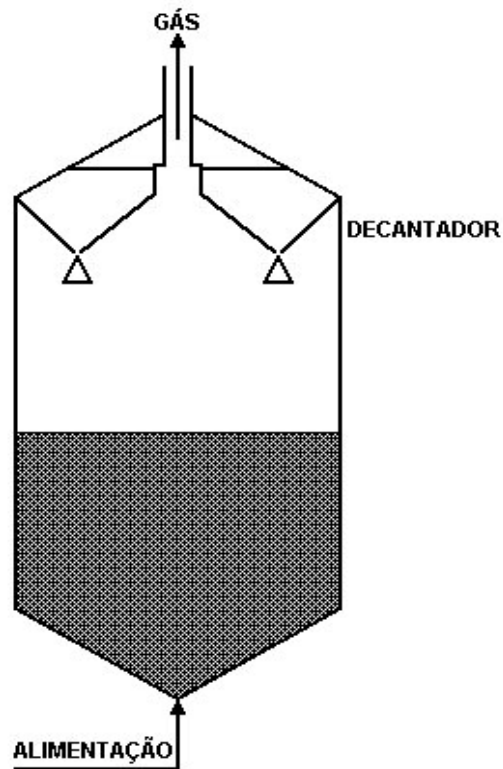
Fonte: VON SPERLING. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª ed. Belo Horizonte : DESA-UFMG (1996).

### 2.8.3 Reatores anaeróbios

#### 2.8.3.1 Reator UASB

O Reator UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – ou RAFA – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – é um reator projetado para degradar matéria orgânica (DBO) sem a presença de oxigênio. As bactérias que se desenvolvem dentro do reator UASB utilizam a matéria orgânica presente nos efluentes como alimento para o seu crescimento, promovendo a degradação dos contaminantes. O processo biológico é desenvolvido pela ação de uma flora mista de bactérias anaeróbias acidogênicas e metanogênicas que convertem a matéria orgânica poluente presente nos efluentes primeiramente em ácidos orgânicos voláteis (acidogênese) e também hidrogênio e  $\text{CO}_2$ . Depois pela conversão desses produtos em metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) (metanogênese). (LEGNER, 2015, adaptado).

Figura 3- Reator UASB

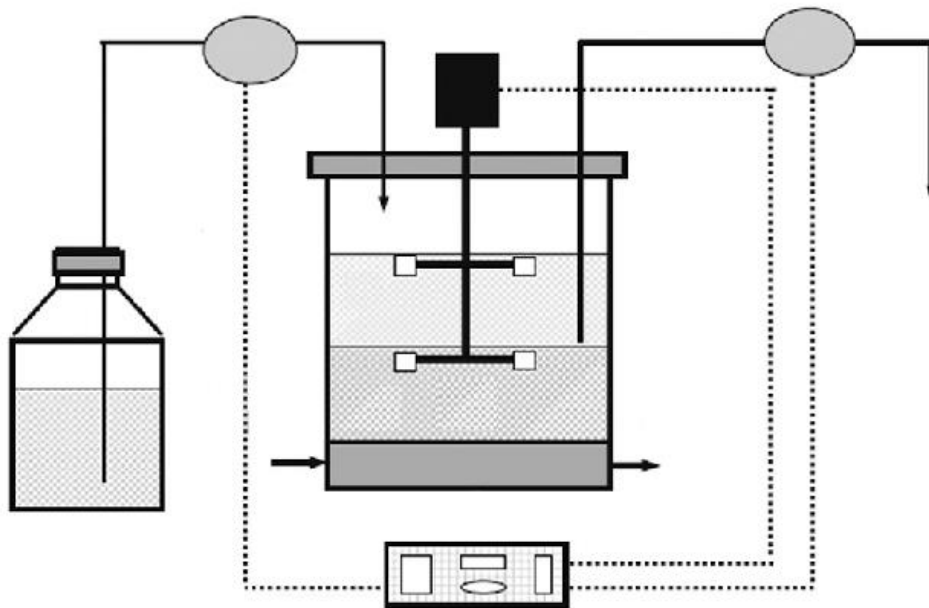


Fonte: CETESB (2008).

#### 2.8.3.2 Reator anaeróbico operado em batelada sequencial

No ASBR, o tratamento biológico é realizado em uma única unidade por meio de sequência operacional (ciclo) composta de quatro etapas distintas: (i) alimentação: entrada do substrato, (ii) reação: contato, por meio de agitação, entre substrato e a biomassa presente para conversão da matéria orgânica a metano e dióxido de carbono, (iii) sedimentação: separação da fase sólida (lodo biológico), sendo esta extremamente dependente da formação de lodo auto-imobilizado ou granular com boas características de sedimentação e (iv) descarte: saída do líquido tratado e clarificado. Em alguns casos, após a etapa de descarte, faz-se necessário incluir a etapa de (v) repouso para flexibilidade de operação de vários reatores simultaneamente. Os ciclos podem ser repetidos indefinidamente, desde que a duração do ciclo total forneça tempo necessário para realização da sequência de operação (SARTI et. al., 2006).

Figura 4- Reator anaeróbio operado em batelada sequencial

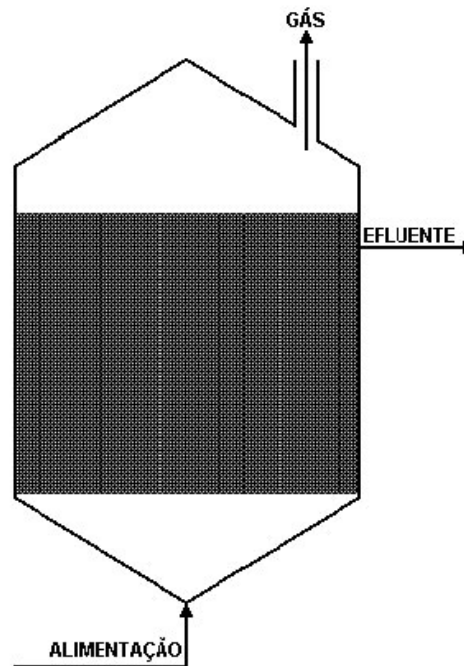


Fonte: PALOMINO, ET AL. (2012).

### 2.8.3.3 Filtro anaeróbio

O funcionamento do filtro anaeróbio, consiste na disposição do efluente líquido na parte superior de terrenos planos construídos que tenham uma pequena declividade e baixa permeabilidade (SURAMPALLI et al., 1996). O efluente percorre por gravidade todo o declive, que é recoberto por uma vegetação. A maior parte do fluxo é coletada na base do terreno, sendo que a percolação é insignificante, pois esse sistema é concebido para solos com baixa permeabilidade (ZIRSCHKY et al., 1989; SURAMPALLI et al., 1996; CHERNICHARO, 2007). A depuração dá-se à medida que o efluente escoar na área recoberta pela vegetação, onde os sólidos em suspensão são filtrados e a matéria orgânica é oxidada pelos microrganismos que se estabelecem nas plantas e no solo.

Figura 5- Filtro anaeróbio

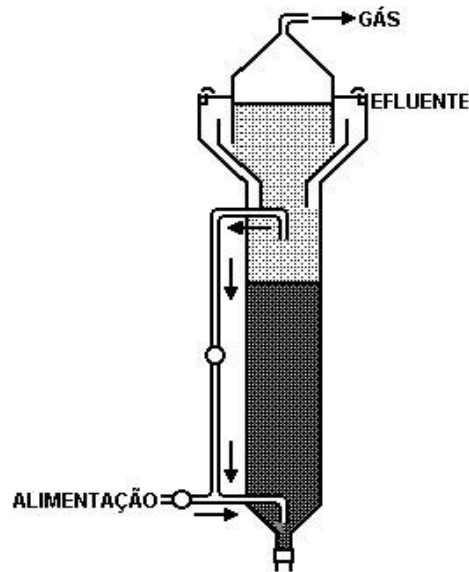


Fonte: CETESB (2008).

#### 2.8.3.4 Reatores anaeróbios de leito fluidizado

Os reatores de leito fluidizado necessitam de muito menos volume e espaço quando comparados com sistemas convencionais. Além disso, estes sistemas suportam melhores condições como variação de substrato ou pH. Estas características são úteis para indústrias com altas vazões ou grandes cargas de efluentes como alimentícias, papel e polpa. Os reatores anaeróbios de leito fluidificado podem apresentar diferentes configurações como sentido do fluxo – ascendente ou descendente – tipo de material suporte, distribuição do fluido e configuração do sistema de saída do reator. Estes reatores também permitem grande tempo de retenção celular e pequeno tempo de retenção hidráulico, em função da permanência dos microrganismos por mais tempo no interior do reator (BOFF, 2008).

Figura 6- Reator anaeróbio de leito fluidizado



Fonte: CETESB (2008).

#### 2.8.4 Tratamento escolhido

O sistema de tratamento escolhido foi a combinação de uma lagoa anaeróbia com uma lagoa facultativa, tendo a lagoa anaeróbia um adicional em seu tratamento usual, que é o processo de biodigestão anaeróbia que ocorrerá com um biodigestor de modelo lagoa coberta.

Segundo Santos (2007), o sistema de lagoa anaeróbia seguido de uma lagoa facultativa, também conhecido como sistema australiano, tem como característica a existência de duas lagoas que apresentam sistemas biológicos de tratamento distintos. Na primeira lagoa de menor dimensão predomina o sistema anaeróbio fazendo assim um tratamento parcial que alivia sobremaneira o tratamento da segunda lagoa que é uma lagoa facultativa. O sistema mencionado pode reduzir para cerca de 1/3 a área requerida pelo sistema tradicional de lagoas facultativas, entretanto a existência de uma etapa anaeróbia pode ocasionar a liberação de gás sulfídrico, responsável pelos odores fétidos, provocando mau cheiro. É um sistema simples que não requer mão-de-obra especializada, sendo esta de simples execução.

Segundo Comastri Filho (1981, p.25), a determinação do tipo adequado do biodigestor a ser utilizado dependerá das “condições do local, disponibilidade de substrato, experiência e conhecimento do construtor, investimento envolvido, etc”. Porém, ainda para este mesmo autor, atendendo as especificações de projeto e realizando corretamente as instalações e operações, qualquer digestor é capaz de produzir satisfatoriamente biogás.

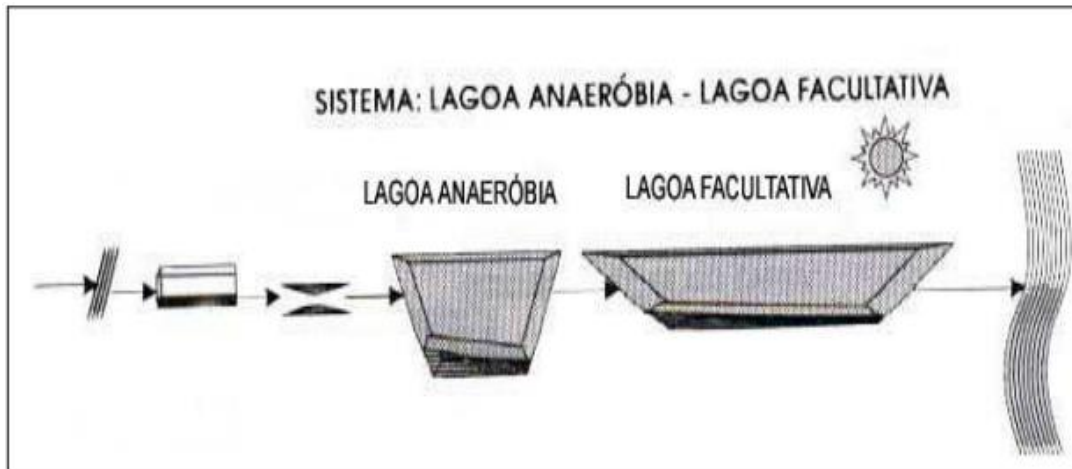
A Biodigestão Anaeróbia (BA) é um processo onde bactérias e arqueas (micro-organismos procariotos) decompõem a matéria orgânica, na ausência de oxigênio gasoso, gerando os gases metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Neste sistema são decompostos e tratados resíduos orgânicos provenientes de práticas agrícolas, indústrias, municípios e demais atividades humanas e é gerado o biogás, utilizado na geração de energia, sendo que os efluentes tratados possuem potencial biofertilizante (ALMEIDA, 2008; ORRICO JR, ORRICO & LUCAS JR, 2010; REIS, 2012; RIZZONI et al., 2012).

#### 2.8.4.1 Justificativas para o sistema adotado

Para justificar a escolha desse sistema, apresentam-se as seguintes vantagens que ele possui sobre os demais tratamentos, com informações por Ribeiro e Lima (2004), Mirko (2003) e Oliveira (2018):

- Boa eficiência na remoção de altas taxas de DBO;
- Construção, operação e manutenção simples;
- Reduzidos custos de implementação e manutenção;
- Ausência de Equipamentos Mecânicos;
- Requisitos energéticos praticamente nulos;
- Satisfatória resistência a variações de carga;
- Remoção de lodo após longos períodos;
- Requisitos de áreas inferiores aos das lagoas facultativas únicas;
- Clima favorável, ou seja, temperaturas elevadas;
- Geração de biogás e fertilizante;
- Diversificação da matriz energética através da utilização do biogás;
- Melhoramento do desempenho de pequenas hortas ou até mesmo agricultura em maior escala, com a utilização dos biofertilizantes.

Figura 7- Esquema de lagoa anaeróbia combinada com lagoa facultativa



Fonte: VON SPERLING. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG (1996).

#### 2.8.4.2 Lagoas anaeróbias

As lagoas anaeróbias são amplamente adotadas na indústria de processamento de carne como o primeiro estágio do tratamento secundário de efluentes com altas cargas de matéria orgânica, sendo extremamente para a redução do DBO e DQO (aproximadamente 90% sob condições ideais) (MCCABE et al., 2014).

Segundo Scarassati et. al., 2003, as seguintes condições locais devem ser avaliadas quando se consideram as lagoas anaeróbias:

Proximidade de áreas residenciais ou comerciais, em que odores em potencial possam causar incômodos: aconselha-se que exista, no mínimo, meio quilômetro de distância das habitações isoladas e de 1 a 2 Km das áreas residenciais.

Condições de solo: é importante a determinação de profundidade do lençol de água subterrânea e natureza do solo, com respeito a sua permeabilidade e aplicabilidade.

É essencial que a cobertura natural da lagoa seja desenvolvida tão rápido quanto possível, para minimizar odores e assegurar retenção adequada do calor. Coberturas artificiais, como PVC e Hypalon, também podem ser usadas. Sistemas para coletas de gás metano, constituem um dos principais cuidados na construção de coberturas.

Se a água utilizada no processamento industrial contiver altos teores de sulfatos, os despejos não podem ser tratados em Lagoa Anaeróbias. O oxigênio é separado de sulfatos por bactérias anaeróbias, produzindo gás sulfídrico que causa graves problemas de odores.

### 2.8.4.3 Lagoas facultativas

As lagoas facultativas se caracterizam por sua DBO solúvel e finamente particulada sendo estabilizada aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese (SPERLING, 1995). A lagoa facultativa recebe uma carga de apenas 30% a 50% do efluente bruto. As lagoas facultativas normalmente têm profundidade entre 1,5m a 2m (MALDANER apud ITACRETO, 2008).

### 2.8.4.4 Biodigestor modelo lagoa coberta

O biodigestor é o reator responsável por realizar a BA, fornecendo condições ótimas para o desempenho de micro-organismos anaeróbios metanogênicos. Apresenta um compartimento onde é depositado o material orgânico a ser decomposto, sendo basicamente constituído por um tanque de digestão e um gasômetro. Cada modelo de biodigestor deve se adequar às competências da propriedade em que será empregado, como a necessidade de biogás e as cargas de resíduos requeridas. Além disso, sua localização 18 deve vislumbrar a facilidade de distribuição do biogás pela propriedade a fim de diminuir custos de armazenamento e transporte (DEGANUTTI et al., 2002; OLIVEIRA et. al, 2004).

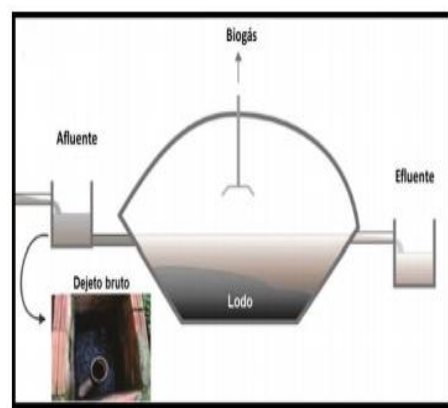
Em biodigestores de produção contínua / semi-contínua, mais comuns no Brasil, os dejetos a serem digeridos são colocados concomitantemente ao seu recolhimento, não havendo a necessidade de abertura do equipamento, ou podem ser abastecidos com pequenas cargas de dejetos, diárias ou semanais (DEGANUTTI et al., 2002). O modelo lagoa coberta é o mais comumente empregado no Brasil (ZEREDO, 2015).

Figura 8- Biodigestor anaeróbio,

Figura 9- modelo lagoa coberta e sua representação esquemática.



(8)



(9)

Fonte: FONGARO ET AL. (2014)

Em síntese, a biodigestão anaeróbia emerge como opção promissora para a reciclagem da matéria orgânica e controle de maus odores resultantes desta operação (ZEREDO, 2015). Assim, a implantação e uso de biodigestores permite reutilizar os dejetos de tal maneira que os mesmos possam ser convertidos em recursos viáveis para contribuir com o desenvolvimento econômico e social (ZANIN; BAGATINI; PESSATTO, 2010).

#### 2.8.4.5 Aproveitamento de subprodutos dentro do tratamento escolhido

A compostagem é um processo de reciclagem e aproveitamento dos resíduos gerados. Caracteriza-se pela estabilização da matéria orgânica mais complexa até formas mais simples, tendo como benefícios a redução de sólidos, massa e volume enleirados, bem como a geração de um fertilizante orgânico (COSTA et al., 2005). Geralmente aplica-se a resíduos sólidos, porém os resíduos líquidos também podem ser passíveis de compostagem, sendo que para isso se devem alterar as características físicas destes, através de agentes estruturantes como cama de aviário, palha de arroz, serragem e maravalha (VALENTE et al., 2009).

As agroindústrias, por processarem diferentes produtos de origem animal e vegetal, geram os mais variados resíduos, os quais podem ser submetidos ao processo de compostagem. Esta prática vem sendo utilizada por vários setores agroindustriais, comprovando a eficiência do processo (KIEHL, 1985; VITORINO & PEREIRA NETO, 1994; FORTES NETO ET AL., 1997 E SILVA ET AL., 1997).

Os pequenos frigoríficos e abatedouros se enquadram como agroindústrias em razão de processarem produtos de origem animal, em cujos resíduos são encontrados vísceras de animais abatidos, pedaços de carne sem valor comercial, sebo, sangue e outros materiais, todos passíveis de tratamento biológico através da compostagem. Nesses estabelecimentos, geralmente localizados no meio rural, tal matéria-prima, após receber tratamento pela compostagem fornece, como subproduto, o composto orgânico, o qual, por sua vez, pode ser utilizado como fonte de nutrientes para a produção de grãos no local ou, então, comercializado, constituindo-se em fonte direta de renda ao produtor (COSTA et al., 2009).

O local onde se realiza a compostagem é chamado de composteira, um galpão simples e rústico, com piso cimentado, protegido contra água de chuva e fechado na lateral com paredes de 1,6 metros de tijolo ou madeira. Seu dimensionamento deve atender a quantidade de resíduos gerados/ dia e o tempo necessário para o tratamento durante a compostagem. Sua localização deve ter fácil acesso, longe do limite de propriedades e próxima ao aprisco ou abatedouro, para facilitar o transporte de carcaças e restos de abate para a composteira, diariamente, sempre ao final do dia de trabalho (OLIVEIRA et al., 2015).

## **2.9 Sustentabilidade no processo de abate bovino**

O crescimento da economia, da urbanização e o rápido crescimento dos mercados globais vieram acompanhados de crescentes iniquidades sociais e econômicas no mundo, assim como da degradação ambiental, contribuindo para a emergência de problemas como o aquecimento global do planeta, a redução da camada de ozônio, a perda de biodiversidade, a depredação e poluição dos recursos naturais e o amplo processo de desflorestamento e desertificação, entre outros (FREITAS; PORTO, 2006).

Nesse contexto de mudanças em prol da ecoeficiência, isto é, uma forma de gestão empresarial baseada num esforço incessante para produzir mais e melhor com menos uso dos recursos naturais, encontra-se o sistema agroindustrial da carne bovina brasileira, que tem demonstrado, nos últimos anos, avanços significativos em participação no mercado internacional (SANTOS; BARCZSZ, 2010).

O sucesso, por outro lado, tem exposto as empresas do setor a críticas e pressões no que tange, principalmente, a como são geridas as atividades e suas relações com o meio ambiente. A incorporação de elementos associados ao meio ambiente no processo de elaboração de estratégias, por sua vez, pode trazer vantagem competitiva para uma empresa (EPELBAUM, 2004).

### **2.9.1 Aproveitamento de subprodutos**

Os subprodutos do abate de animais podem ser classificados como comestíveis – destinados à alimentação humana in natura, semiprocessados ou como matéria-prima de outro produto alimentício – ou não comestíveis – destinados a outras aplicações, tais como farinhas para ração animal, produtos farmacêuticos etc. (PARDI et al., 1996).

Alguns dos resíduos podem transformar-se em produtos de alto valor agregado passando a co-produtos, como no caso de peles e glândulas. Contudo a maior parte são sobras de carnes, ossos e gorduras que podem transformar-se em produtos vendáveis, como sebo industrial e farinhas de origem animal (FOA) para rações, processados por empresas de Beneficiamento de Subprodutos de Origem Animal, denominadas comumente de Graxarias (BARROS; LICCO, 2007).

Tabela 4- Porções de subprodutos

	Bovinos	Novilhos
Subprodutos e resíduos	<b>49</b>	<b>40</b>
Carcaça	<b>51</b>	<b>60</b>
Ossos, gorduras, tendões e perda de peso (água)	<b>16</b>	<b>21</b>
Carne sem osso	<b>35</b>	<b>39</b>

Fonte: PRÄNDL ET AL. (1994).

As graxarias são unidades industriais destinadas a processar restos de carcaças, aparas de carnes, tendões, gorduras e ossos, produzindo FOA, adubos, óleos, sebo e gorduras industriais. Classificam-se, segundo Battistone e Daniello (1985), em:

- a) Unidades integradas aos frigoríficos: processam o sangue capturado, vísceras, sebo e restos fragmentados de ossos e carnes na própria unidade fabril;
- b) Unidades independentes: processam resíduos animais oriundos de açougues, casas de carne, supermercados, hotéis e restaurantes.

Nas graxarias, a matéria animal sofre uma série de transformações físicas e químicas em processos que envolvem aquecimento, desidratação, separação e moagem de ossos, carnes, gorduras e outros materiais. Como entradas, têm-se os resíduos animais (matéria-prima) e o calor. Como saídas, os óleos, gorduras e sólidos ricos em proteínas, além dos efluentes e resíduos de transformação (BARROS; LICCO, 2007).

O sangue, captado no túnel de sangria, é enviado ao túnel de subprodutos por bomba ou por vácuo. O recebimento ocorre em tanque depósito, e posteriormente é encaminhado ao pré-aquecimento, em temperatura de 42°C. Em sequência, sofrerá coagulação, com separação da fração líquida e sólida. Haverá a estocagem da parte sólida em tanque de armazenamento e posterior cozimento para a fabricação de farinhas (PACHECO, 2008).

O mesmo autor diz que em relação às vísceras brancas (tripária e estômago), ocorre seleção e envio para processamento, decorrendo em resíduos orgânicos, a serem transformados em —esterco. Por sua vez, o processamento de vísceras vermelhas (coração, rins, fígado e pâncreas), envolve os critérios de seleção da víscera conforme o julgamento do serviço de

inspeção federal. Após liberação pela inspeção, há o procedimento de lavagem e separação, surgindo assim os resíduos incluindo gordura.

Quadro 3- Vantagens e desvantagens da reciclagem em graxarias.

(Continua)

	Vantagens	Desvantagens
Meio Ambiente	<p>1) Os ROA, se não reciclados, geram os seguintes impactos:</p> <p>a) Poluição visual com a exposição de materiais em estado de decomposição;</p> <p>b) Poluição dos solos com a percolação de líquidos provenientes da decomposição dos despojos animais, que podem atingir rios, lagos e lençóis freáticos;</p> <p>c) Poluição do ar, pois a decomposição de tecido animal gera odores característicos e incômodos, normalmente conhecidos como “odor de carniça”;</p> <p>d) Transtornos na vizinhança com o aumento de animais e insetos como ratos, pombos, aranhas, escorpiões, baratas e moscas. Esses podem ser veículos de transmissão de doenças ou até mesmo apresentarem perigo devido a seus venenos.</p> <p>2) Os produtos obtidos da transformação dos ROA, como sebo e FOA, apresentam maior estabilidade química e biológica quanto à questão da decomposição. Portanto podem ser facilmente estocados por períodos longos, não exigindo refrigeração.</p>	<p>1) Os processos de reciclagem, praticados nas graxarias, podem gerar odores proveniente, principalmente, da digestão dos ROA. Esses odores são formados na separação entre a borra sólida e a gordura por processos térmicos, sendo carreados pelo vapor de água liberado dos tecidos animais. O odor incômodo tem sido o principal entrave operacional do setor, limitando o funcionamento de algumas empresas.</p>

Quadro 3- Vantagens e desvantagens da reciclagem em graxarias.

(Conclusão)

	Vantagens	Desvantagens
Saúde Pública	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) A reciclagem dos ROA evita a incineração deles.</li> <li>2) A Graxaria, como atividade regulamentada e estabelecida, pode ser fiscalizada por órgãos ligados à saúde pública e meio ambiente. Fica, dessa forma, obrigada a praticar boas normas de engenharia para manter o processo e produtos finais isentos de contaminações.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) A reciclagem gera, como um dos produtos, as FOA. Essas farinhas devem receber um controle de origem rigoroso, pois se destinam à formulação de rações animais, fato que poderia gerar um processo de canibalismo em algumas espécies, como no caso de bovinos, com a consequente disseminação da EEB.</li> </ol>

Fonte: BARROS e LICCO (2007).

### 2.9.2 Uso racional da água

Pacheco, 2008, estabelece que antes de tudo, é importante implementar de forma efetiva e consolidada, a medição confiável do consumo de água da empresa. Deve-se medir o consumo total e o consumo em alguns pontos do processo onde o uso de água é significativo. Isto implica em aspectos como:

- Seleção e aquisição de medidores adequados (com totalizadores de volume, tipo hidrômetros) de boa qualidade;
- Instalação correta, de acordo com recomendações dos fabricantes, para seu bom funcionamento;
- Garantia de aferição periódica dos medidores por entidades capacitadas e reconhecidas;
- Rotina efetiva de leitura, registro e análise dos dados de consumo de água gerados pelos medidores.

Dentro deste contexto, seguem algumas das estratégias para redução do consumo de água:

Utilizar técnicas de limpeza a seco, varrição, catação e raspagem dos resíduos, em todas as áreas, pisos e superfícies antes de qualquer lavagem com água – nos caminhões de transporte dos animais, nos currais, nos corredores de condução dos animais e em todas as áreas produtivas, incluindo as superfícies externas e internas de equipamentos de processamento de carnes (fabricação de derivados da carne) e da graxaria. Equipamentos que recolhem resíduos

a vácuo (como “aspiradores”) podem facilitar a coleta e o direcionamento destes resíduos para destinação e processamento adequados;

Fazer o esvaziamento do conteúdo dos estômagos ou buchos (rúmens, etc.) a seco, instalando sistema de transporte do material removido que não utilize água (por exemplo, esteira ou rosca transportadora fechadas ou com proteções/ dispositivos que impeçam queda ou perda do material durante o transporte);

Esterilizadores de facas e outros equipamentos: utilizar o mínimo fluxo de água quente necessário e controlado e dotar o equipamento de isolamento (parede dupla) ou de camisa de aquecimento (água quente ou vapor) para manter/ controlar melhor a temperatura desejada; buscar métodos e/ou sistemas alternativos que possam utilizar menos água – via “spray”, ao invés de imersão, esterilizadores com ultra-som, a vapor, com ar quente conjugado, etc;

Utilizar, onde possível, sistemas de lavagem das carcaças com fechamento/ abertura automática de água, em sincronia com a movimentação das carcaças nos trilhos aéreos: tem carcaça, abre água – não tem carcaça, fecha água

Utilizar “timers” para comandar abertura/fechamento de válvulas de água nos dispositivos e máquinas de lavagem das vísceras.

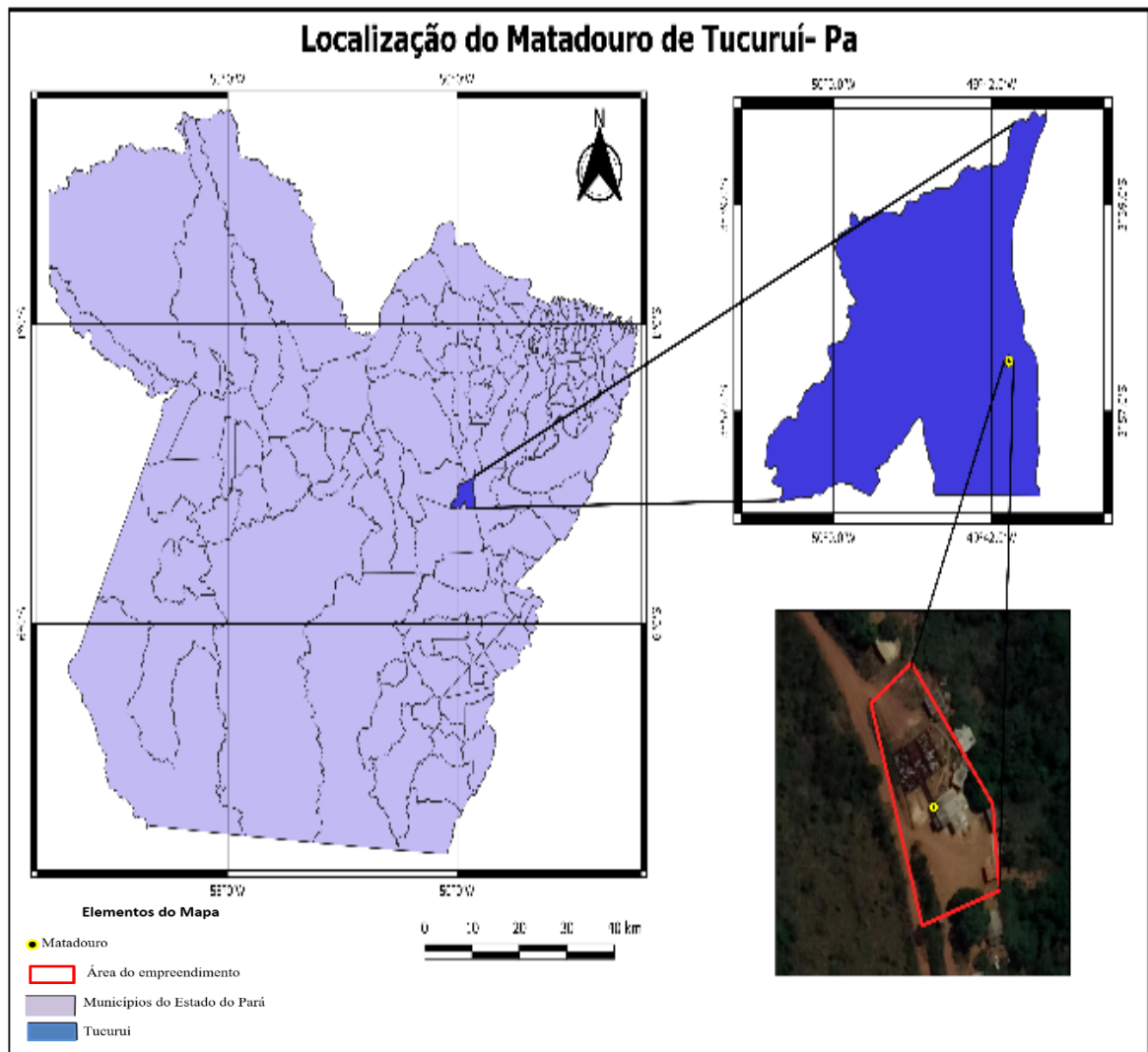
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada em um abatedouro situado no município de Tucuruí-PA, pertencente a bacia hidrográfica Tocantins Araguaia (Figura 10). O município conta com população estimada para o ano de 2018 de 112.148 habitantes, situado sob as coordenadas 03°45'58" de latitude sul e 49°40'21" de longitude oeste, destacando-se por ser escolhido para a implantação da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHT Tucuruí), implantada na década de 1970 e gerenciada pela Eletrobrás-Eletronorte. (IBGE, 2018).

O município possui área territorial de 2.086,20 km<sup>2</sup>, sendo 33,22 km<sup>2</sup> de área urbana e 2.095,48 km<sup>2</sup> de área rural (INVENTÁRIO DA OFERTA TURÍSTICA DE TUCURUÍ, 2012).

Figura 10- Mapa de localização do abatedouro no município de Tucuruí-PA.



Fonte: AUTORAS (2019).

Para descrição metodológica do presente trabalho, dividiu-se a pesquisa em três etapas, segundo os objetivos propostos:

### 3.2 1º Etapa

#### **Avaliação da operacionalização do matadouro de bovinos de Tucuruí**

Foi realizada uma visita *in loco* no dia 04 de abril de 2019, com o propósito de se conhecer as instalações, entrevistar o responsável pelo empreendimento, verificar a disponibilidade de área e escolher a melhor opção para tratamento de acordo com as características apresentadas pelo matadouro bovino. O empreendimento está localizado a cerca de 15 Km da sede urbana, situado às margens do lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

Assim, com as informações levantadas após a visita, foram analisadas as condições do local e de suas instalações conforme as informações levantadas na revisão bibliográfica do presente estudo. As observações realizadas em campo foram as seguintes:

- Averiguação das instalações do matadouro;
- Identificação de todo processo do empreendimento;
- Levantamento da área referente ao matadouro, com isso, pôde-se verificar quais os possíveis sistemas que podem ser implantados mediante a área disponível;
- Situação e tipo do sistema de tratamento existente;
- Levantamento do quantitativo (total de cabeças) de gados abatidos (por dia, semana, mês);
- Verificação do quantitativo de água e dias da semana que o empreendimento funciona;
- Verificação dos tipos e de como é realizada a destinação dos resíduos gerados pelo empreendimento.

Intencionando uma melhor compreensão dos processos realizados no local, assim como o levantamento de informações relacionadas ao efluente para a posterior tomada de decisão acerca do tipo de tratamento a ser empregado, foi aplicado um questionário semiestruturado (Apêndice A) ao gerente do estabelecimento visando obter o máximo de informações possíveis para a tomada de decisão.

Durante a visita foram feitos registros fotográficos com câmeras de 13.0 MP e medições dos sistemas já existentes com trena digital.

### 3.3 2º Etapa

**Caracterização da carga e concentração de DBO e Teor de Sólidos Sedimentáveis do empreendimento para cálculos da primeira, segunda e terceira fases do sistema de tratamento escolhido.**

Para a estimativa da carga e cálculo da concentração de DBO do dimensionamento do sistema proposto foram utilizados os dados da NBR 7229/93; que trata de projeto, construção e operação de sistemas de tanque sépticos; para a vazão e carga per capita produzidas em média, por período, por funcionários em turnos de 6 horas de um expediente:

- Vazão per capita = 50 l/dia por funcionários em 6 horas
- Carga per capita = 35 g/dia por funcionários em 6 horas

Para o cálculo do Teor de Sólidos Sedimentáveis foi utilizado o valor de 5Kg/unid, que tem por referência: CETESB (1976), Braile e Cavalcanti (1977), Arceivala (1981), Hosang e Bischof (1984), Salvador (1991) e Weltzenfeld (1984), para a Carga específica de SSd. Também foram utilizadas as fórmulas de Von Sperling (1996).

#### **Fases do dimensionamento:**

##### **a) Fase 1 - Efluente Sanitário:**

##### **➤ Vazão do Efluente**

$$Q_{func} = (Qtd_{func}) \times (Vazão\ per\ capita) \times \left(\frac{6\ horas}{24\ horas}\right) \quad (1)$$

$$Q_{oper} = (Qtd_{operários}) \times (Vazão\ per\ capita) \quad (2)$$

$$Q_{sanitária} = (Q_{func.}) + (Q_{oper.}) \quad (3)$$

Onde:

$Q_{func}$ =Vazão do efluente para a quantidade de funcionários (L/dia);

$Qtd_{func}$ =Quantidade de funcionários;

Vazão per capita=L/dia;

$Q_{oper}$ =Vazão do efluente para a quantidade de operários (L/dia);

$Qtd_{operários}$ = Quantidade de operários;

$Q_{sanitária}$ =Vazão sanitária total (L/dia).

➤ **Carga de DBO**

$$Carga_{func} = (qtd_{de\ func.}) \times (carga\ per\ capta) \times \left(\frac{8horas}{6horas}\right) \quad (4)$$

$$Carga_{oper} = (qtd_{de\ oper\u00e1rios}) \times (carga\ per\ capta) \quad (5)$$

$$Carga_{sanit\u00e1ria} = Carga_{func.} + Carga_{oper} \quad (6)$$

Onde:

$Carga_{func}$ = Carga de DBO para quantidade de funcion\u00e1rios (g/dia);

$Qtd_{func}$ =Quantidade de funcion\u00e1rios;

Carga per capta=g/func\*dia;

$Carga_{oper}$ =Carga de DBO para quantidade de oper\u00e1rios (g/dia);

$Qtd_{oper\u00e1rios}$ =Quantidade de oper\u00e1rios;

Carga sanit\u00e1ria=Carga de DBO total (g/dia).

➤ **Concentra\u00e7\u00e3o de DBO**

$$DBO_{sanit\u00e1ria} = Carga_{sanit\u00e1ria} / Q_{sanit\u00e1ria} \quad (7)$$

Onde:

$DBO_{sanit\u00e1ria}$ = Concentra\u00e7\u00e3o de DBO (mg/L).

**Fase 2 - Efluente Industrial:**

➤ **Vaz\u00e3o do efluente**

$$Q_{industrialm\u00e1x} = \left( qtd\ de\ bois\ \frac{abatidos}{dia} \right) \times (consumo\ m\u00e1ximo\ de\ \u00e1gua) \quad (8)$$

$$Q_{industrialm\u00edn} = (qtd\ de\ bois\ abatidos) \times (cons.\ m\u00edn.\ de\ \u00e1gua) \quad (9)$$

Onde:

$Q_{industrialm\u00e1x}$ = Vaz\u00e3o industrial m\u00e1xima (m<sup>3</sup>/dia);

$Qtd\ de\ bois\ abatidos/dia$ =Quantidade de bois abatidos por dia (abatido/dia);

Consumo m\u00e1ximo de \u00e1gua=m<sup>3</sup>/dia;

$Q_{industrialm\u00edn}$ = Vaz\u00e3o industrial m\u00ednima (m<sup>3</sup>/dia);

Consumo m\u00ednimo de \u00e1gua=m<sup>3</sup>/dia.

➤ **Carga de DBO produzida**

Adotou-se como carga espec\u00edfica de DBO o valor m\u00e9dio 6 KgDBO/boi abatido

[Sperling, M.V, 1998].

$$Cargaindustrial = \left( \text{qtd de bois} \frac{\text{abatidos}}{\text{dia}} \right) \times (\text{carga específica de DBO}) \quad (10)$$

Onde:

Carga industrial= Carga de DBO produzida (gDBO/dia);

Carga específica de DBO=KgDBO/boi abatido.

➤ **Concentração de DBO**

$$DBO_{\text{industrial}} = Cargaindustrial / Q_{\text{industrialmáx}} \quad (11)$$

Onde:

DBOindustrial= Concentração de DBO (mg/L).

**b) Fase 3 - Características do Despejo**

➤ **Vazão do despejo**

$$Q_{\text{despejomáx}} = Q_{\text{industrialmáx}} + Q_{\text{sanitária}} \quad (12)$$

$$Q_{\text{despejomín}} = Q_{\text{industrialmín}} + Q_{\text{sanitária}} \quad (13)$$

Onde:

Qdespejomáx=Vazão de despejo máxima (m<sup>3</sup>/dia);

Qdespejomín=Vazão de despejo mínima (m<sup>3</sup>/dia).

➤ **Carga do despejo**

$$\text{Onde: } Cargadespejo = Cargaindustrial + Cargasanitaária \quad (14)$$

Cargadespejo=Carga do despejo (g/dia).

➤ **DBO do despejo**

$$DBO_{\text{despejo}} = Cargadespejo / Q_{\text{despejomáx}} \quad (15)$$

Onde:

DBOdespejo= DBO do despejo (mg/L).

➤ **Teor de sólidos sedimentáveis do despejo (SS<sub>d</sub>)**

$$SSd = \text{Qtd de bois apatidos por dia} \times \text{Carga específica de SSd} \quad (16)$$

Onde:

SSd= Teor de sólidos sedimentáveis do despejo (Kg/dia);

Carga específica de sólidos sedimentáveis = (Kg/boi abatido).

Com a primeira, segunda e terceira fases do dimensionamento realizadas, segue a fase de dimensionamento das unidades de dimensionamento, sendo elas: Pré-tratamento,

Tratamento Escolhido, Área Total Requerida pelo Projeto e Custo estimado da obra. Para os cálculos foram utilizadas as fórmulas apresentadas por Von Sperling (1996).

#### c) Fase 4 - Pré-tratamento

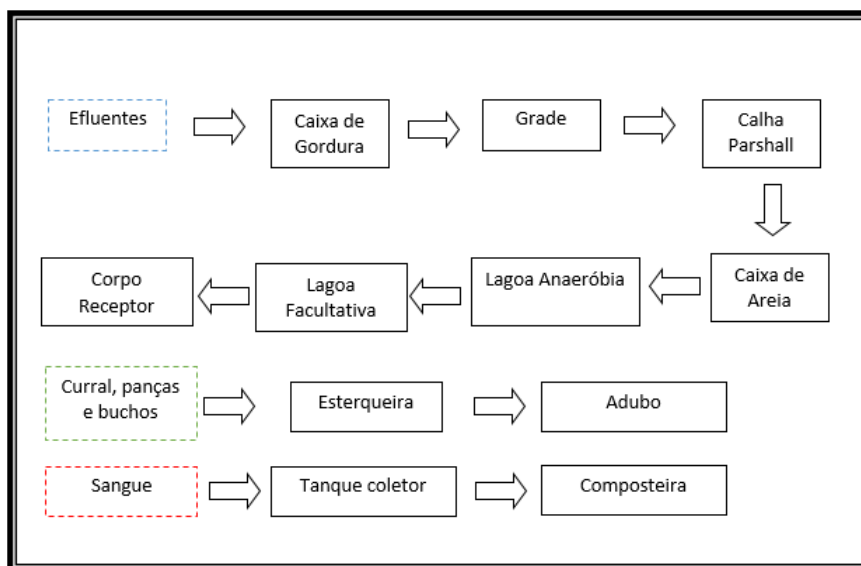
Para o pré-tratamento dois tipos de resíduos foram considerados separadamente: O sangue e as fezes. O coletor de sangue foi pensado com o intuito de minimizar ao máximo a quantidade de sangue que irá chegar no sistema de tratamento, além de oferecer uma alternativa positiva para o empreendedor, já que o sangue coletado será mandado para a composteira e se tornará um adubo de excelente qualidade. Importante citar que outra alternativa, caso a demanda pela farinha de sangue não seja expressiva, é a disposição adequada do sangue no solo, após tratamento com cal virgem sólida.

A esterqueira, foi selecionada como uma etapa, para que o sistema de tratamento não recebesse resíduos do curral, como panças e buchos, gerados em cada jornada de trabalho. Após passar pela esterqueira esses resíduos se tornam adubo, podendo assim ser lançado no solo. O esquema do tratamento escolhido pode ser visto no fluxograma (Figura 11).

Para as demais unidades do sistema de tratamento, utilizou-se a literatura para a realização do dimensionamento.

Os mecanismos básicos de remoção são de ordem física, sendo que o fluxo típico do esgoto nesse nível de tratamento corresponde à passagem do efluente em uma grade (para remover sólidos grosseiros), em um desarenador (para remover areia, através do processo de sedimentação) e por um medidor de vazão (BRASIL, ICLEI, 2012).

Figura 11- Esquema do tratamento proposto.



Fonte: AUTORAS (2019).

➤ **Coletor de Sangue**

Sarcinelli, Venturini e Silva (2007) afirmam que no processo de sangria é gerada uma quantidade de sangue de cerca de 15 a 20 L/animal, o que resulta num volume total de 500 L/dia= 0,5 m<sup>3</sup>/dia no empreendimento em estudo. Adotando-se um tanque coletor com uma profundidade de 1 m e a largura sendo 0,91 m que corresponde à metade do comprimento de 1,83m, tem-se:

Vazão total de sangue= 0,5 m<sup>3</sup>/dia

Tempo de detenção= 16h

$$V = Qxt \quad (17)$$

Onde:

V=Volume (m<sup>3</sup>);

Q=Vazão total de sangue (m<sup>3</sup>/dia);

T= Tempo de detenção (horas).

➤ **Esterqueira**

Para o dimensionamento da esterqueira foram assumidos valores de Pacheco (2006); considerando-se o peso vivo médio de 250 Kg/bovino, sendo eles: a quantidade de resíduo gerada de 4,5 Kg/boi de resíduos provindos de currais e pocilgas (esterco), e 95 Kg/ boi de material não comestível para graxaria (ossos, gordura, cabeça, partes condenadas, etc.). Assim, somando-se os valores da quantidade de resíduo gerada e da quantidade de material não comestível que é encaminhado para a graxaria e dividindo essa soma por 1000, para transformação de Kg para m<sup>3</sup>, encontra-se o valor de 0.0995 m<sup>3</sup>/boi. Por fim, multiplicando-se este valor pela quantidade de bois abatidos no matadouro, tem-se então um volume total de 2,5 m<sup>3</sup>/dia.

➤ **Caixa de gordura**

$$V = Q_{max} \times t \quad (18)$$

Onde:

Q<sub>máx</sub>= vazão máxima do despejo

t= tempo de retenção no canal

De acordo com Ribeiro e Lima (2004), o tempo de retenção normalmente arbitra-se 3-5 min.

Será adotado neste estudo t= 4 minutos

➤ **Concentração de DBO efluente**

$$DBO_{efl} = \left(1 - \frac{E}{100}\right) \times DBO_e \quad (19)$$

Onde:

$DBO_{efl}$  =  $DBO_5$  do esgoto efluente do tratamento (mg/L);

$DBO_e$  =  $DBO_5$  do esgoto afluente (mg/L),  $DBO_{afuente}$  = DBO do despejo, (mg/L);

E = eficiência do tratamento na remoção de  $DBO_5$ (%); admitindo o valor de 70% para a caixa de gordura.

➤ **Gradeamento**

Característica da Grade [Jordão, E.P., 1995]

- Tipo de grade: grade fina (adotado)
- Espaçamento entre barras:  $a = 1,5$  cm (adotado)
- Seção transversal da barra:  $0,64 \times 3,81$  cm (adotado)
- Inclinação da barra:  $\theta = 45^\circ$  (adotado)
- Limpeza manual (adotado)
- Espessura da barra:  $t = 0,64$  (adotado)

➤ **Dimensionamento do canal afluente à grade**

1) **Área Útil ou área livre entre barras ( $A_u$ )**

$$A_u = \frac{Q}{V} \quad (20)$$

Onde:

$A_u$  = área útil ( $m^2$ );

Q = vazão máxima do despejo;

V = velocidade de passagem entre barras = 1 m/s (adotado).

2) **Cálculo da eficiência da grade (E)**

$$E = \frac{a}{a+t} \quad (21)$$

Onde:

E = Eficiência da grade (%);

a = Espaçamento entre barras (cm);

t = Espessura da barra (cm).

### 3) Área do canal até o nível d'água (S)

$$S = \frac{Au}{E} \quad (22)$$

Onde:

S= Área do canal até o nível d'água (m<sup>2</sup>).

### 4) Perda de carga na grade (h<sub>f</sub>):

Admite-se para grades de limpeza manual, para efeito de manutenção da velocidade e perfil hidráulico, a obstrução de até 50% da lâmina d'água no canal da grade e as perdas de cargas não devem ultrapassar 0,15m.

$$h_f = 1,43 \cdot \left( \frac{V_0^2 - V^2}{2 \cdot g} \right) \quad (23)$$

Onde:

h<sub>f</sub> = perda de carga na grade de barras, em (m);

V<sub>0</sub> = velocidade do fluxo através das barras (m/s);

V'<sub>0</sub> = 0,7 m/s, porém como a grade fica 50% suja, a vazão acarreta para a metade da seção uma velocidade duas vezes maior, assim V<sub>0</sub> = 2 x V'<sub>0</sub> = 1,4 m/s;

V = velocidade do fluxo imediatamente a montante da grade (m/s);

V = V<sub>0</sub> x E = 1,4 x 0,7009, V = 0,98 m/s;

g = aceleração da gravidade = 9,81 m/s<sup>2</sup>.

#### ➤ Caixa de areia

##### 1) Comprimento da caixa de areia

$$L_c = 22,5 \times (H_{m\acute{a}x} - Z) \quad (24)$$

Onde:

L<sub>c</sub> = Comprimento da caixa de areia (m);

H<sub>máx</sub> = Altura útil da caixa de areia para a vazão máxima (m);

Z = Rebaixo (m).

##### 2) Largura da caixa de areia

$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{H \cdot V} \quad (25)$$

Onde:

$b$ =Largura da caixa de areia (m);

$Q_{\text{máx}}$ = Vazão máxima do despejo ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$H$ =Altura máxima da lâmina de água antes do rebaixo (m);

$V$ = velocidade mantida nos canais (m/s).

### 3) Área da caixa de areia

$$A = L \times b \quad (26)$$

Onde:

$A$ = Área da caixa de areia ( $\text{m}^2$ ).

#### ➤ Dimensionamento da Calha Parshall

##### 1) Cálculo da altura útil máxima e mínima

Quadro 4- Coeficientes utilizados na calha Parshall

Largura Nominal	N	K	Capacidade (L/s)	
			Min.	Máx.
3"	1,547	0,176	0,85	53,8
6"	1,58	0,381	1,52	110,4
9"	1,53	0,535	2,55	2515,9
1'	1,522	0,69	3,11	455,6
1 1/2'	1,538	1,054	4,25	696,2
2'	1,55	1,426	11,89	936,7

Fonte: VON SPERLING (2005).

$$H_{\text{máx}} = \left( Q_{\frac{\text{máx}}{K}} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (27)$$

$$H_{\text{mín}} = \left( Q_{\frac{\text{mín}}{K}} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (28)$$

Onde:

$H_{\text{máx}}$ = altura útil da caixa de areia para a vazão máxima (m);

$H_{\text{mín}}$ =altura útil da caixa de areia para a vazão mínima (m);

$Q_{\text{máx}}$  = vazão máxima do efluente ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$Q_{\text{mín}}$  = vazão mínima do efluente ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$K$  e  $n$  são funções da garganta do medidor da calha Parshall.

## 2) Cálculo do Rebaixo

$$Z = \frac{Q_{m\acute{a}x} \times H_{m\acute{i}n} - Q_{m\acute{i}n} \times H_{m\acute{a}x}}{Q_{m\acute{a}x} - Q_{m\acute{i}n}} \quad (29)$$

Onde:

$H_{m\acute{a}x}$  = altura útil da caixa de areia para a vazão máxima (m);

$H_{m\acute{i}n}$  = altura útil da caixa de areia para a vazão mínima (m);

$Q_{m\acute{a}x}$  = vazão máxima do efluente (m<sup>3</sup>/s);

$Q_{m\acute{i}n}$  = vazão mínima do efluente (m<sup>3</sup>/s).

## 3) Altura máxima da lâmina de água antes do rebaixo

$$H = H_{m\acute{a}x} - Z \quad (30)$$

Onde:

H = Altura máxima da lâmina de água antes do rebaixo (m).

### ➤ Cálculo do comprimento da grade (x):

$$h' = H + hf + D + 0.1 \quad (31)$$

Onde:

h' = Altura mínima (m);

hf = Perda de carga (m);

D = diâmetro da canalização de chegada = 0,20 m (valor adotado).

$$x = \frac{h'}{\text{sen } 45^\circ} \quad (32)$$

Onde:

x = Comprimento da grade (m).

## 1) Cálculo da largura das grades (b):

$$b = \frac{S}{H} \quad (33)$$

Onde:

b = Largura das grades (m).

2) **Quantidade de barras (n):**

$$n = \frac{b}{t+a} \quad (34)$$

Onde:

n= Quantidade de barras

t = espessura das barras (cm);

a = espaçamento entre barras (cm).

3) **Espaçamento entre barras externas e lateral (e):**

$$e = b - [nt + (n - 1)a] \quad (35)$$

Onde:

e=Espaçamento entre barras externas e lateral (cm).

4) **Vazão média do efluente na passagem pela grade ( $Q_{med}$ )**

$$Q_{med} = SxV \quad (36)$$

Onde:

$Q_{med}$ = Vazão média do efluente na passagem pela grade ( $m^3/s$ ).

- **Comprimento (L) do canal de acesso tal que evite turbilhonamento junto à grade**

$$L = V_0 \times t \quad (37)$$

Onde:

L= Comprimento do canal de acesso (m);

$V_0$ = velocidade no canal ( $m^3/s$ );

t= Tempo de retenção no canal (s).

- **Eficiência do pré-tratamento**

$$DBO_{efl} = \left(1 - \frac{E}{100}\right) \times DBO_e \quad (38)$$

Onde:

$DBO_{efl}$ =  $DBO_5$  do esgoto efluente do tratamento (mg/L);

DBO<sub>e</sub>= DBO<sub>5</sub> do esgoto afluente (mg/L);

E= eficiência do tratamento na remoção de DBO<sub>5</sub>(%), adotando-se o valor de 40 % para o pré-tratamento (Sperling, M.V., 1995).

$$SS_{efl} = \left(1 - \frac{E_{ss}}{100}\right) x SS_d \quad (39)$$

Onde:

SS<sub>efl</sub>= Carga de sólidos sedimentáveis efluente da caixa de areia (Kg/dia);

SS<sub>d</sub>= Carga de sólidos sedimentáveis do despejo (Kg/dia);

E<sub>ss</sub>= Eficiência do tratamento na remoção de (%), adotando-se o valor de 85 % (Sperling, M.V., 1995).

e) **Fase 5 – Dimensionamento do Tratamento escolhido**

➤ **Tratamento Primário**

1) **LAGOA ANAERÓBIA**

• **Carga afluente de DBO**

Taxa de aplicação volumétrica: Lv= 0,35Kg de DBO/ dia x m<sup>3</sup> (adotado, para uma temperatura acima de 25°).

$$Carga = Concentração\ de\ DBO_{afluente} \times Q_{despejo} \quad (40)$$

Onde:

Carga= Carga afluente de DBO (g/dia);

Concentração de DBOafluente = (g/m<sup>3</sup>);

Qdespejo= (m<sup>3</sup>/dia).

• **Volume requerido**

$$V = \frac{Carga_{DBO_{afluente}}}{Taxa\ de\ aplicação\ volumétrica} \quad (41)$$

Onde:

V= Volume da lagoa requerido (m<sup>3</sup>);

Carga de DBOafluente= utilizada em Kg/dia;

Taxa de aplicação volumétrica (KgDBO/d\*m<sup>3</sup>).

- **Área requerida**

$$A = \frac{V}{h} \quad (42)$$

Onde:

A= Área requerida (m<sup>2</sup>);

h=Profundidade da lagoa (m).

- **Verificação do tempo de detenção hidráulico**

$$t = \frac{V}{Q_{despejo}} \quad (43)$$

Onde:

t=Tempo de detenção hidráulico (dias);

Qdespejo=Vazão máxima do despejo (m<sup>3</sup>/dia).

- **Largura e comprimento da lagoa**

Admitindo a largura, b, como a metade do comprimento, L, e profundidade, h, de 4,5 m tem-se:

$$L = \sqrt{\frac{2xV'}{h}} \quad (44)$$

Onde:

L= Comprimento da lagoa (m);

V'=Volume da lagoa requerido (m<sup>3</sup>);

h=Profundidade da lagoa (m).

- **Concentração de DBO efluente**

$$DBO_{efl} = \left(1 - \frac{E}{100}\right) x DBO_e \quad (45)$$

Onde:

DBO<sub>efl</sub>= DBO<sub>5</sub> do esgoto efluente do tratamento (mg/L);

DBO<sub>e</sub>= DBO<sub>5</sub> do esgoto afluente (mg/L).

E= eficiência do tratamento na remoção de DBO<sub>5</sub>(%), assumindo o valor de 60%, pois para temperaturas superiores a 20°C esta eficiência geralmente não ultrapassa este valor [Sperling, M.V., 1998].

- **Acúmulo de lodo na lagoa anaeróbia**

$$\text{Equiv. Populac.} = \frac{\text{Carga DBO}_{\text{afluente}}}{\text{Contribuição per capta de DBO}} \quad (46)$$

Onde:

Equiv. Populac. = Equivalente populacional (hab);

Carga DBO<sub>afluente</sub> = Carga de DBO<sub>afluente</sub> (Kg/dia);

Contribuição per capta de DBO = Kg/dia\*hab.

- **Tempo de limpeza da lagoa**

A limpeza das lagoas precisa ocorrer assim que a camada de lodo alcançar aproximadamente a metade da altura útil:

$$h' = h/2 \quad (47)$$

$$tl = \frac{h'}{e} \quad (48)$$

Onde:

h' = Metade da altura útil (m);

h = Altura útil (m);

tl = Tempo de limpeza da lagoa (anos);

e = Espessura em 1 ano (m/ano).

➤ **Tratamento Secundário**

1) **LAGOA FACULTATIVA**

- **Carga afluyente à lagoa facultativa**

A carga efluente da lagoa anaeróbia é a carga afluyente à lagoa facultativa. Com a eficiência de remoção de 60%, a carga efluente é:

$$L = \frac{(100-E) \times L_o}{100} \quad (49)$$

Onde:

L = Carga afluyente à lagoa facultativa (Kg/dia);

E = Eficiência de remoção (%);

L<sub>o</sub> = Carga afluyente de DBO utilizada em Kg/dia.

- **Área requerida**

Adotando uma taxa de aplicação superficial, L<sub>s</sub>, de 270 Kg de DBO/ha x dia [Sperling, M.V., 1998], tem-se:

$$A = \frac{L}{L_s} \quad (50)$$

Onde:

A= Área requerida (m<sup>2</sup>);

Ls=Taxa de aplicação superficial (KgDBO/ha\*dia).

- **Volume requerido**

$$V' = A' x h \quad (51)$$

Onde:

V'= Volume da lagoa facultativa (m<sup>3</sup>);

A'= Área requerida dividida por 2 (m<sup>2</sup>);

h= profundidade da lagoa, adotada de acordo com a Norma Técnica Sabesp, NTS 230 de 2009, que orienta que as lagoas facultativas primárias tenham profundidade de 1,5 a 2,0 m.

- **Largura e comprimento da lagoa facultativa**

Assumindo a largura, b, como a metade do comprimento, L, e profundidade, h, de 2,0 m tem-se:

$$L = \sqrt{\frac{2xV'}{h}} \quad (52)$$

Onde:

L= Comprimento da lagoa facultativa (m).

- **Verificação do tempo de detenção hidráulico**

$$t = \frac{V}{Q_{despejo}} \quad (53)$$

Onde:

T=Tempo de detenção hidráulico (dias);

Qdespejo=Vazão máxima de despejo (m<sup>3</sup>/dia).

- **Concentração de DBO efluente**

$$DBO_{efl} = \left(1 - \frac{E}{100}\right) x DBO_e \quad (54)$$

Onde:

DBO<sub>efl</sub>= DBO<sub>5</sub> do esgoto efluente do tratamento (mg/L);

DBO<sub>e</sub>= DBO<sub>5</sub> do esgoto afluente (mg/L), DBO<sub>afluente</sub>;

E= eficiência do tratamento na remoção de DBO5(%), admitindo o valor de 80% [Sperling, M.V., 2005].

- **Eficiência total do sistema**

$$E_{total} = \left( \frac{\text{Concentração de } DBO_e - \text{Eficiência de remoção de DBO}}{\text{Concentração de } DBO_e} \right) \times 100 \quad (55)$$

Onde:

$E_{total}$  = Eficiência de remoção de DBO total (%);

Concentração de  $DBO_e$  = Concentração de DBO efluente do pré tratamento (mg/L);

E= eficiência do tratamento na remoção de DBO, admitindo-se a eficiência de 60% para a lagoa anaeróbia [Sperling, M.V., 1998] e de 80% para a facultativa [Sperling, M.V., 2005] (mg/L).

**f) Fase 6- Área total requerida pelo projeto**

A somatória de cada uma das unidades individuais da estação de tratamento, abrangendo a esterqueira e o coletor de sangue, compreendem a área total requerida pelo projeto.

Com a utilização dos programas Microsoft Office PowerPoint (2016) e SolidWorks (2010), foi produzida uma planta da área requerida com a disposição espacial do sistema de tratamento proposto (Apêndice B).

**g) Fase 7- Custo estimado da obra**

Após a definição do sistema, foi realizado um levantamento do quantitativo de materiais e serviços da obra, para a elaboração de uma estimativa básica de custo total da obra. Para fornecimento de dados foi utilizado o software OrçaFascio que teve por base de pesquisa as tabelas de composição e insumos do SINAPI do mês 04/2019, assim como as do SEDOP do mês 10/2018 e também valores de mercado. A elaboração da planilha orçamentária foi realizada com o auxílio do programa Microsoft Office Excel (2016), (Apêndices C, D e E).

### 3.4 3ª Etapa

**Apresentar as plantas do sistema de tratamento proposto, para futura implantação.**

Ao fim do dimensionamento do sistema, foi dado início ao processo de elaboração das plantas no programa AUTOCAD (2020). Foram feitas 9 plantas das seguintes unidades: Esterqueira, Tanque coletor de sangue, sistema lagoa anaeróbia mais lagoa facultativa e composteira.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 1º Etapa Avaliação da operacionalização do matadouro de bovinos de Tucuruí

Por meio da visita realizada ao matadouro, alguns pontos foram observados e registrados através de fotografias. O primeiro impacto que se tem ao chegar ao empreendimento é a grande quantidade de urubus presente no local, como pode ser visto na Figura 12.

Figura 12- Presença de urubus no empreendimento.



Fonte: AUTORAS (2019).

Outro ponto observado foram as instalações que precisam de reforma. Os currais estão em condições não apropriadas, contendo rachaduras, o que pode causar acidentes de trabalho caso seja necessária a entrada de um funcionário no local, assim como transtornos aos animais, pois essas fissuras podem causar lesões e por consequência gerar estresse, o que compromete a qualidade da carne. As condições dos currais podem ser vistas nas Figuras 13 e 14.

Figura 13- Curral



Fonte: AUTORAS (2019).

Figura 14 - Instalações precárias



Fonte: AUTORAS (2019).

O matadouro instalado no município de Tucuruí possui uma área de 1,96 ha. Essa informação foi obtida através do Cadastro Ambiental Rural (CAR) do empreendimento.

O sistema de tratamento existente foi construído em 2013, contando apenas com tanque séptico, filtro anaeróbio (figura 15 e 16) e sumidouro (localização inacessível para a obtenção de fotografias). Sabe-se que este tipo de sistema não é totalmente eficiente, já que, como apresentado na revisão bibliográfica deste trabalho, os efluentes gerados em matadouros/frigoríficos possuem elevada carga orgânica necessitando de um tratamento complementar de eficiência superior.

Figura 15- Tanque séptico



Fonte: AUTORAS (2019).

Figura 16- Filtro



Fonte: AUTORAS (2019).

A entrevista permitiu levantar dados importantes para o estudo em questão. Atualmente o matadouro abate 25 cabeças por dia, totalizando 500 cabeças por mês, e é responsável por abastecer boa parte dos empreendimentos de comercialização de carne no município de Tucuruí. O funcionamento ocorre 5 dias na semana, com folgas na quinta e domingo. Segundo o gerente do estabelecimento, são utilizados por dia cerca de 40.000 L de água, sendo este volume utilizado para estimar a quantidade de água utilizada por boi durante todo o processo, obtendo-se um volume per capita de água de 1,6 m<sup>3</sup>/boi. No Brasil, a CETESB (2006) estabelece um consumo médio de água de 1.000 L por animal em abatedouros. Logo, observou-se que o consumo de água por animal no matadouro de Tucuruí ultrapassa o limite estabelecido em 600 L, necessitando-se de análises procedimentais para viabilizar o consumo racional da água.

As águas residuais do processo de abate seguem para duas linhas: a verde e a vermelha. A verde recebe as águas das lavagens das carcaças e a linha vermelha coleta o sangue. A linha

verde segue para a lagoa e a vermelha segue para o sistema TFS (Tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro), ambas não recebendo nenhum tratamento prévio.

Quanto a manutenção das unidades do sistema, o sumidouro recebeu manutenção uma única vez, enquanto não houve intervenção no filtro, porém, mesmo sem manutenção o gerente relatou que nunca houveram transtornos.

Os resíduos do processo recebem as respectivas destinações finais:

- Cabeças, ossos e partes moles → o processo usual no matadouro de Tucuruí é a utilização da autoclave (Figura 17), onde esses resíduos são cozidos por três horas e meia no vapor, transformando-se em sebo. Contudo os ossos não estão tendo essa destinação, já que atualmente, em consequência da grande quantidade desse resíduo e da autoclave utilizada para o cozimento dos mesmos não atingir a temperatura necessária para alcançar eficiência na eliminação de patógenos como os da doença da vaca louca, esses resíduos acabam tendo uma outra destinação. Como pode ou não haver ocorrências da doença em questão, não seria seguro para outros animais a comercialização de produtos fabricados com este material. Por esse motivo, os ossos estão sendo amontoados em local direto no solo, o que acaba por contribuir para a proliferação e presença de animais domésticos e urubus (Figura 18).

Figura 17- Autoclave



Fonte: AUTORAS (2019).

Figura 18- Ossos depositados no solo



Fonte: AUTORAS (2019).

- sebo→ como já mencionado, esse material é fabricado na autoclave e tem como destinação várias cidades, inclusive a capital Belém, sendo o sebo de melhor qualidade enviado para a fabricação de biodiesel;
- cascos→ são transportados por caminhões para outras cidades;
- fezes→ seguem para uma lagoa, como pode ser visto nas Figuras 19 e 20.

Figura 19- Lagoa



Fonte: AUTORAS (2019).

Figura 20- Entrada da lagoa



Fonte: AUTORAS (2019).

Quando a capacidade da lagoa fica comprometida, as fezes são retiradas da mesma e são enviadas para pastos.

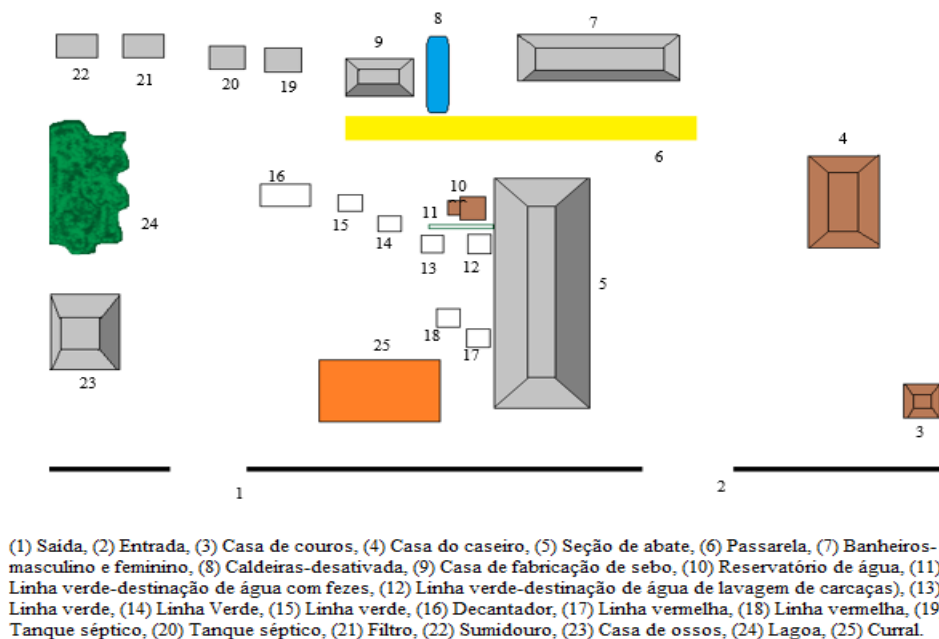
- sangue→ O principal problema segundo o gerente do abatedouro é a destinação adequada para o sangue. No momento esse fluido passa por um processo de cozimento e serve de alimento para os porcos que vivem no local e o excedente encaminhado para o sistema TFS.

O processo de abate no matadouro de Tucuruí acontece em 7 etapas:

- 1) chegada dos animais no matadouro;
- 2) os animais são colocados no curral para esperar o momento do abate;
- 3) quando chega o momento do abate, que acontece geralmente às 15h, seguem por um corredor onde recebem um banho para relaxamento;
- 4) os animais são abatidos com a utilização de uma pistola;
- 5) seguem então para a etapa da sangria;
- 6) quando a sangria chega ao fim, passam por uma inspeção, onde o animal é pesado;
- 7) por fim, chega o caminhão para recolhimento dos animais e posterior distribuição dos mesmos, encerrando assim o processo de abate e comercialização.

A Figura 21 mostra um arranjo das unidades existentes no matadouro, na qual podem ser observados quais são suas unidades.

Figura 21- Esquema operacional do matadouro de Tucuruí



Fonte: AUTORAS (2019).

#### 4.2 2ª Etapa: Resultado do dimensionamento do sistema de tratamento proposto

A seguir são apresentados os resultados dos cálculos realizados para o dimensionamento do sistema proposto. Todos os cálculos foram realizados com a utilização do Software Microsoft

Excel 2013. Primeiramente, apresentam-se os resultados encontrados nas Fases 1 e 2 do dimensionamento, como pode ser visto na tabela 5.

Tabela 5 – Fases 1 e 2 do dimensionamento

<b>PRIMEIRA ETAPA DO DIMENSIONAMENTO- Fase 1 - Efluente Sanitário</b>	
<b>Vazão do efluente</b>	
<b>Q func. L/dia</b>	1600
<b>Q sanit. L/dia</b>	1600
<b>Carga de DBO (g/dia)</b>	
Carga func.	1120
Carga sanit.	1120
<b>Concentração de DBO (mg/L)</b>	
DBO sanit.	700
<b>Fase 2 - Efluente Industrial</b>	
<b>Vazão do efluente (m<sup>3</sup>/dia)</b>	
Qind. Máx.	40
Qind. min.	20
<b>Carga de DBO prod. (g/dia)</b>	
Carga ind.	150000
<b>Concentração de DBO (mg/L)</b>	
DBO ind.	3750

Na tabela 6 podem ser verificados os resultados referentes as características do despejo.

Tabela 6 – Características do despejo

<b>Fase 3 - Características do despejo</b>	
<b>Vazão do despejo</b>	
Q desp. Máx. m <sup>3</sup> /dia	41,6000
Q desp. min. m <sup>3</sup> /dia	21,6000
<b>Carga do despejo (g/dia)</b>	
Carga desp.	151120
<b>DBO do despejo ( mg/L)</b>	
DBO desp.	3632,6923
<b>Teor de SSd (Kg/dia)</b>	
125	

Ao fim da etapa referente aos dados de projeto, deu-se início a segunda etapa do dimensionamento, onde constam os resultados referentes aos cálculos das unidades do pré tratamento, como observado nas tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7- Segunda etapa do dimensionamento

<b>SEGUNDA ETAPA DO DIMENSIONAMENTO</b>	
<b>Fase 4 - Pré tratamento</b>	
<b>Coletor de sangue</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	0,3333
Área (m <sup>2</sup> )	1,6200
<b>Concentração de DBO efluente (mg/L)</b>	
DBO <sub>eflu</sub>	1089,8077
<b>Esterqueira</b>	
Q <sub>total</sub> (m <sup>3</sup> /d)	2,4875
Tempo de retenção (dia)	0,6667
Volume (m <sup>3</sup> )	1,6583
Comprimento (m)	1,500
largura (m)	0,7500
Prof. (m)	1,0000
Área (m <sup>2</sup> )	1,6583
<b>Caixa de gordura</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	0,1156
Tempo de retenção (adotado) (min.)	4,0000
Área (m <sup>2</sup> )	0,2775

Tabela 8 – Continuação da segunda etapa do dimensionamento

<b>SEGUNDA ETAPA DO DIMENSIONAMENTO</b>	
<b>Fase 4 - Pré tratamento - CONTINUAÇÃO</b>	
<b>Gradeamento</b>	
Área útil (m <sup>2</sup> )	0,0005
Eficiência da grade (%)	0,7009
Área do canal (m <sup>2</sup> )	0,0007
V <sub>0</sub> (m/s)	0,7009
V <sub>0</sub> (m/s x 2)	1,4019
V (m/s)	0,9826
Perda de carga (m)	0,0729

Tabela 9 –Fase 4 da segunda etapa do dimensionamento

<b>SEGUNDA ETAPA DO DIMENSIONAMENTO</b>	
<b>Fase 4 - Pré tratamento - CONTINUAÇÃO</b>	
<b>Caixa de areia</b>	
Comprimento (m)	0,3569
Largura (m)	0,1013
Área (m <sup>2</sup> )	0,0361
<b>Calha Parshall</b>	
Altura útil Q <sub>máxima</sub> (m)	0,0220
Altura útil Q <sub>minima</sub> (m)	0,0144
Cálculo do rebaixo (m)	0,0062
Altura máx- Antes do rebaixo (m)	0,0158
Cálculo do comprimento da grade (m)	0,3890
Comprimento da grade (m)	0,5497
Cálculo da largura das grades (m)	0,0312
Quantidade de barras (n <sup>o</sup> )	1,4561
Espaçamento entre barras externas e lateral (cm)	0,3361
Altura em cada extremidade (cm)	0,1680
Vazão média do efluente na passagem pela grade (m/s)	0,0007
Comprimento (L) do canal de acesso (m)	2,1028
<b>DBO e Sólidos Sedimentáveis do efluente ao final do pré tratamento</b>	
DBO <sub>efl</sub> ( mg/L)	653,8846
SS <sub>efl</sub> (Kg/dia)	18,7500

Por fim, os resultados referentes ao sistema adotado são apresentados na tabela 10.

Tabela 10-Fase 5 da segunda etapa do dimensionamento

<b>SEGUNDA ETAPA DO DIMENSIONAMENTO</b>	
<b>Fase 5 - Dimensionamento do tratamento escolhido</b>	
<b>Tratamento primário</b>	
<b>LAGOA ANAERÓBIA</b>	
Carga afluyente DBO (g/dia)	27201,6000
Volume da lagoa requerido (m <sup>3</sup> )	77,7188
Área requerida (m <sup>2</sup> )	17,2708
Verificação do tempo de detenção hidráulico	1,8682
Largura da lagoa (m)	3
Comprimento da lagoa (m)	6
Concentração de DBO efluente (mg/L)	261,5538
Acúmulo de lodo na lagoa anaeróbia (Equivalente Populacional)	503,7333
Acumulação anual (m <sup>3</sup> /ano)	5,0373
Espessura em 1 ano (m/ano)	0,2917
Tempo de limpeza da lagoa (anos)	7,7149
Metade da altura útil (m)	2,2500
<b>Tratamento secundário</b>	
<b>LAGOA FACULTATIVA</b>	
Carga afluyente à lagoa facultativa (Kg/dia)	10,8806
Área requerida (m <sup>2</sup> )	402,9867
Volume das lagoas facultativas (m <sup>3</sup> )	604,4800
Largura da lagoa facultativa (m)	14,2
Comprimento da lagoa (m)	28,4
Verificação do tempo de detenção hidráulico (dias)	14,5308
Concentração de DBO efluente (mg/L)	13,0777
<b>ÁREA TORAL REQUERIDA PELO PROJETO (m<sup>2</sup>)</b>	
423,8495	

Após a realização dos cálculos constatou-se que o tempo de detenção hidráulica total do sistema adotado é de aproximadamente 16,5 dias, possuindo uma eficiência total na remoção de DBO igual a 92%. Considerando que, Von Sperling (1995) afirma que a eficiência usual de um sistema combinado de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa é de 70 a 90%, conclui-se que o sistema dimensionado atende as recomendações da literatura e é eficiente para o tratamento do efluente encontrado no matadouro.

A área requerida pelo projeto é de aproximadamente 424 m<sup>2</sup>, porém, o local só dispõe dessa área de forma fracionada, logo, as unidades serão distribuídas de acordo com as áreas

livres, sendo necessárias adaptações para interligação de unidades que necessitam estar conectadas uma a outra. Esta dinâmica de distribuição de unidades será exposta na próxima etapa com a apresentação das plantas do sistema proposto.

#### 4.2.1 Custo total da obra

Após o levantamento de materiais e serviços necessários, assim como pesquisa nos bancos de dados já mencionados, chegou-se ao custo estimado total de R\$103.252,84. Importante ressaltar que a ocorrência de imprevistos pode alterar o valor estimado neste trabalho.

### 4.3 3º Etapa: Apresentação das plantas do sistema de tratamento proposto

Nos Apêndices F, G, H, I, J, K, L e M são apresentadas as plantas do projeto básico elaboradas no programa AUTOCAD (2020), sendo elas:

- Esterqueira com Planta baixa e Corte A-A, tanque coletor de chorume com Vista Lateral e Corte A-A da canaleta;
- Tanque coletor de sangue com Planta Baixa e Corte A-A;
- Lagoa Anaeróbia com Planta baixa, Corte A-A e Corte B-B;
- Lagoa Facultativa com Planta baixa, Corte A-A e Corte B-B;
- Composteira com Planta baixa e Vista Frontal (3 módulos), Vista Lateral e Corte A-A (1 módulo), Vista Frontal da porta do módulo, Corte A-A da canaleta e Vista Lateral do tanque coletor de chorume.

O sistema de tratamento proposto foi disposto de modo que se pudesse aproveitar ao máximo a área livre disponível, assim, após sair da casa de abate os efluentes seguem para as linhas verde e vermelha, onde a linha vermelha vai para um tanque coletor de sangue e a linha verde segue para um decantador, após essa unidade o efluente passa por um gradeamento responsável por reter os sólidos grosseiros que não decantaram, em seguida passa por uma caixa de areia, calha Parshall e por fim segue para a lagoa anaeróbia onde ocorrerá uma boa remoção de matéria orgânica, para alcançar um melhor polimento esse efluente seguirá para uma lagoa facultativa e finalmente será encaminhado para o corpo receptor.

Os efluentes gerados nos banheiros serão encaminhados para o sistema já existente que é o TFS.

Os resíduos gerados no curral, assim como restos descartáveis no processo de abate serão encaminhados para a esterqueira e o sangue coletado será encaminhado para a composteira.

Para as lagoas foi adotado o formato retangular com entradas do efluente de forma ascendente. Para se chegar aos valores dos taludes foi realizada uma proporção de 2:1 para a lagoa facultativa e de 1:1,2 para a lagoa anaeróbia.

## 5 CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A preservação do meio ambiente, tem se tornado um tema bastante recorrente na atual sociedade. Isso se deve principalmente a grande degradação ambiental que as ações antrópicas vêm provocando nos ecossistemas. Percebe-se que geralmente essas alterações realizadas no meio, são devido a práticas não calculadas e originadas da desorganização da expansão urbana e industrial.

O Brasil é um dos maiores produtores de carne bovina do mundo, logo seu setor agroindustrial possui alta expressividade no âmbito internacional refletindo positivamente na economia do país. Ao longo dos anos as exigências para se oferecer um produto de qualidade, assim como o cuidado com o meio ambiente aumentaram, passou-se então a avaliar as ações diretas e indiretas realizadas pelos homens para mitigar os impactos ambientais.

Assim, entende-se que é necessário que esses tipos de estabelecimentos possuam um sistema de tratamento para que possam evitar a contaminação do solo, águas e lenções freáticos.

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi alcançado, já que foi feita a concepção de uma estação de tratamento de efluentes viável para as características do empreendimento, além de propostas alternativas para o melhor aproveitamento do potencial energético, assim como dos resíduos gerados durante o processo. Assim esse estudo, não apenas contribui para o exercício ético da engenharia, como também inspira uma atenção maior acerca da importância de se manter um equilíbrio entre as atividades industriais e a preservação do meio ambiente.

Necessário destacar que no decorrer do trabalho foram encontradas dificuldades na obtenção de informações acerca das características topográficas do terreno onde o empreendimento está situado, assim como da quantificação dos parâmetros físico-químicos. Por este motivo, foram utilizadas fontes alternativas para a obtenção destas informações. Também não foram obtidas informações sobre o dimensionamento do sistema já existente no matadouro, o que por consequência impediu uma análise mais aprofundada em relação a eficiência total do sistema de tratamento em questão e nem uma compreensão plena a respeito de seu funcionamento.

Recomenda-se para trabalhos posteriores que seja realizado um estudo sobre a utilização dos ossos para a fabricação de biofertilizantes que possam ser empregados no setor da agricultura, pois sabe-se que os ossos possuem grande quantidade de minerais que auxiliam no processo de crescimento das plantas e vegetais. Outros elementos também podem ser adicionados a farinha de ossos, visando a melhor eficiência do produto, com isso testes laboratoriais precisarão ser realizados, instigando os alunos a pesquisa e a novas descobertas.

Outra sugestão é com relação ao uso racional da água, é sabido que empreendimentos como matadouros consomem grandes quantidades desse líquido por dia, dessa forma seria de fundamental importância trabalhos que propusessem projetos que visem a economia, reaproveitamento e o uso racional da água.

## 6 REFERÊNCIAS

AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO- TOCANTINS. **Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. 2013. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/221774/>. Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

BARROS, F. D.; LICCO, E. A. **A reciclagem de resíduos de origem animal: uma questão ambiental**. Disponível em: <https://maua.br/files/artigos/a-reciclagem-de-residuos-de-origem-animal-uma-questao-ambiental.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2018.

BOFF, P. A. **Desenvolvimento de reator anaeróbio de leito fluidizado associado a membranas de microfiltração**. 2008. 101 p. Disponível em: <https://repositorio.uces.br/xmlui/bitstream/handle/11338/396/Dissertacao%20Paulo%20A%20Boff.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 de novembro de 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, 1989. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-publicacaooriginal-152253-pe.html>. Acesso em: 14 de agosto de 2017.

BRASIL. **Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952**. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Rio de Janeiro, 1952. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-publicacaooriginal-152253-pe.html>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/tratamento-de-residuos-animais.pdf>. Acesso em: 14 de agosto de 2017.

CARDOSO, A. P. **Tratamento de efluentes de abatedouros de bovino para produção de biogás: Uma abordagem para sustentabilidade**. 2015. 52 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Histórico**. Disponível em <http://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/historico-3/>. Acesso em: 14 de agosto de 2017.

CETESB. **Reatores**. 2008. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/biogas/reatores/>. Acesso em: 14 de novembro de 2018.

DE ALMEIDA, G. V. B. P. **Biodigestão Anaeróbica na Suinocultura**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – UniFMU, São Paulo. 54p, 2008.

DE ARRUDA, V. C. M. **Tratamento anaeróbio de efluentes gerados em matadouros de bovinos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil, 2004. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5712/1/arquivo6370\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5712/1/arquivo6370_1.pdf). Acesso em: 25 de novembro de 2018.

DEGANUTTI, R., PALHACI, M. DO C. J. P., ROSSI, M., TAVARES, R., SANTOS. C. **Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada**. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru. 2002.

DE OLIVEIRA, P. A. V., CASTILHO JUNIOR, A. B., NUNES, M. L. A., HIGARASHI, M. M. **Compostagem usada para o tratamento dos dejetos de suínos**. In: Congresso Latino Americano De Suinocultura; Congresso De Suinocultura Do Mercosul, 2004, Foz do Iguaçu. Anais. Campinas. p.522-523, 2004.

DOS SANTOS, Paulo Roberto. **Lagoas de estabilização: solução para o tratamento de esgotos domiciliares**. Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 12 de dezembro de 2007.

FERREIRA, I. V. L. et. al. **Impactos ambientais de abatedouros e medidas mitigadoras**. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28, Cancún, 27 oct.-1 nov. 2002. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-019.pdf>. Acesso em: em: 23 de novembro de 2018.

FEISTEL, Janaina Costa. **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros**. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. 2011. Disponível em: [https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011\\_Janaina\\_Costa\\_2c.pdf](https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Janaina_Costa_2c.pdf). Acesso em 20 de abril de 2018.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. **Inventário da oferta turística de Tucuruí, 2012**. Disponível: [http://www.setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/inventario\\_tucuruui\\_0.pdf](http://www.setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/inventario_tucuruui_0.pdf) . Acesso em 20 de fevereiro de 2019.

IBGE. **Estatísticas da produção pecuária**. 2018. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Fasciculo\\_Indicadores\\_IBGE/abate-leite-couro-ovos\\_201801caderno.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201801caderno.pdf). Acesso em 19 de março de 2017.

LEGNER, C. **Reator UASB para tratamento biológico de esgoto**. Revista TAE, 2015. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/9034-noticias>. Acesso em: 24 de abril de 2018.

OLIVEIRA, J. C. **Utilização de um biodigestor para tratamento de esgoto e geração de energia: um es tudo de caso na comunidade de Portelinha, RJ**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

ORRICO JR, M. A. P., ORRICO, A. C. A., JÚNIOR, J. de L. **Biodigestão anaeróbia dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. v.30, n.3, p.546-554, 2010.

PACHECO, José Wagner. **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína)** / José Wagner Pacheco. - - São Paulo: CETESB, 2006. 85p. (1 CD): il. ; 30 cm. - (Série P + L). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2017.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia, ed: 2 UFG; v.1 p. 624, 2006.

REIS, A. dos S. **Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos em Biodigestor Anaeróbio**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru. 2012.

RIZZONI, L. B., TOBIAS, A. C. T., DEL BIANCHI, M., GARCIA, J. A. D. **Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. n.18, 20p. 2012.

SANTOS, M. G. D. **Sustentabilidade ambiental: o caso dos frigoríficos exportadores de carne bovina de mato grosso do sul**. 48º Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, 25 – 28 jul. 2010. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/15/1310.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2018.

SARCINELLI, M. F., VENTURINI, K. S., DA SILVA, L. C. **Abate de Bovinos**. Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão Boletim Técnico - PIE-UFES:007 - Editado: 01.08.2007.

SARTI, A. et. al. **Tratamento de esgoto sanitário utilizando reatores anaeróbios operados em bateladas sequenciais (escala piloto)**. Eng. sanit. ambient. Vol.11 - Nº 1 - jan/mar 2006, 73-82. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v11n1/29140.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2018.

SCARASSATI, D.; CARVALHO, R.F.; DELGADO, V.L.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; TONSO, S.; SOBRINHO, G.D.; PELEGRINI, R. **Tratamento de efluentes de matadouros e frigoríficos**. III Fórum de Estudos Contábeis, [online], Claretianas.2003. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/TRATAMENTO%20DE%20EFLUENTES%20DE%20MATADOUROS%20E%20FRIGOR%C3%8DFICOS.pdf> . Acesso em: 23 de novembro de 2018.

SILVA, M. C. ; BOAVENTURA, M. V. ; FIORAVANTI, M. C. S. **História do povoamento bovino no Brasil Central**. Disponível em: [https://www.proec.ufg.br/up/694/o/13\\_05.pdf](https://www.proec.ufg.br/up/694/o/13_05.pdf) . Acesso em 14 de agosto de 2017.

SMYTH, K. et al. **Seasonal variations in cold climate nutrient removal: A comparison of facultative and aerated lagoons**. Journal of Environmental Management 214 (2018) 224e231. Disponível em: [https://ac-els-cdn.ez3.periodicos.capes.gov.br/S0301479718302159/1-s2.0-S0301479718302159-main.pdf?\\_tid=e507575f-0abd-4339-8c92-54267dd77bf4&acdnt=1543083712\\_aciaa6957eb23e85d2a4a415594262096](https://ac-els-cdn.ez3.periodicos.capes.gov.br/S0301479718302159/1-s2.0-S0301479718302159-main.pdf?_tid=e507575f-0abd-4339-8c92-54267dd77bf4&acdnt=1543083712_aciaa6957eb23e85d2a4a415594262096). Acesso em: 23 de novembro de 2018.

SOUZA, A. C.; ORRICO, S. R. M. **Consumo de água na indústria de abate de bovinos do estado da Bahia.** RBCIAMB. n.42. p. 26-36, 2016. Disponível em: [http://abesdn.org.br/publicacoes/rbciamb/Ed42/RBCIAMB\\_n42\\_26-36.pdf](http://abesdn.org.br/publicacoes/rbciamb/Ed42/RBCIAMB_n42_26-36.pdf). Acesso em: 21 de abril de 2018.

SOUZA, F. K. B.; PARADELA, L. J. F.; PIZARRO, J. V. **Perícia ambiental de um matadouro da região nordeste do Estado do Pará.** Amazônia em Foco, n. 1, p. 198-219, out. 2013.

TONETTI, A.L.; CORAUCCI, F B.; STEFANUTTI, R. **Pós-tratamento de efluente de filtros anaeróbios operados com baixo tempo de detenção hidráulica por escoamento superficial no solo.** Eng Sanit Ambient | v.17 n.1 | jan/mar 2012 | 7-12 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n1/v17n1a04>. Acesso em: em: 23 de novembro de 2018.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA – DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. **Cleaner production assessment in meat processing.** Paris: UNEP, 2000. Disponível em: <http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/index.htm>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2017.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; The University of Queensland; DSD - Department of State Development, Queensland. **Eco-efficiency manual for meat processing.** Austrália: Meat and Livestock Australia Ltd, ago. 2002. Disponível em: <http://www.p2pays.org/ref/22/21981.pdf>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2017.

ZANIN, A., BAGATINI, F. M., PESSATTO, C. B. **Viabilidade econômicofinanceira de implantação de biodigestor: uma alternativa para reduzir os impactos ambientais causados pela suinocultura.** Custos e agronegócio. On line. n. 1, v.6, p.121-139, 2010.

ZEREDO, A. C. B. **Eficiência de biodigestores anaeróbios modelo lagoa coberta na remoção de vírus entéricos em dejetos suinícolas.** 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/174796/TCC%20Ana%20Zeredo\\_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/174796/TCC%20Ana%20Zeredo_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 12 de novembro de 2018.

## **APÊNDICE A – Questionário semiestruturado**

### **Questionário de visita técnica do matadouro particular do município de Tucuruí**

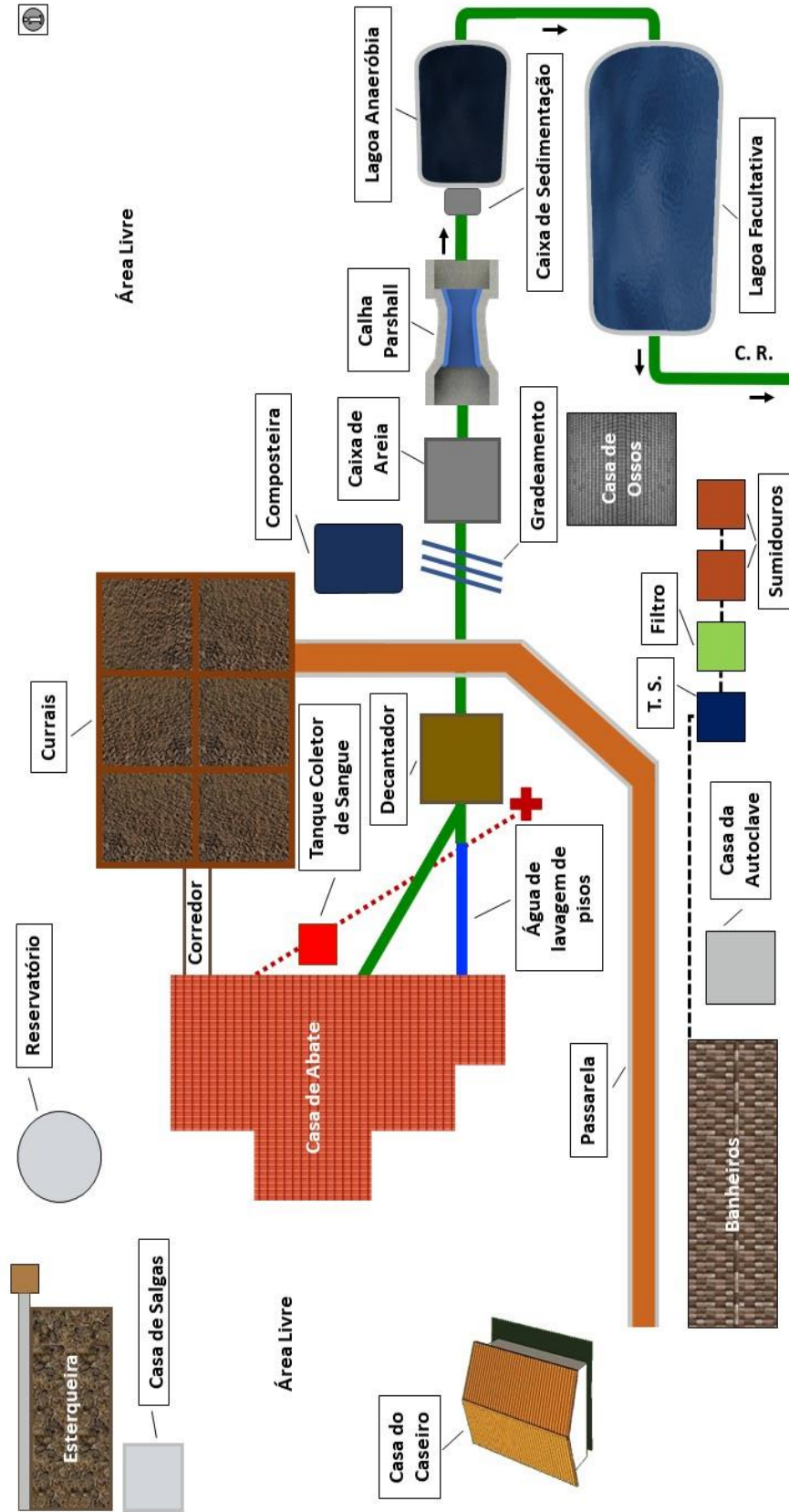
#### **Questões pertinentes**

- como se dá o descarte de ossos, couro, sangue, vísceras, cabeças, esterco, chifres e cascos?

#### **Verificação in loco**

- qual o local de despejo do efluente;
- como são as instalações desde o local onde o boi fica quando chega, até a parte de armazenagem da carne;
- área referente ao matadouro para verificação de quais são os possíveis sistemas que podem ser implantados mediante a área disponível;
- quantitativo (total de cabeças e pesos) de gados abatidos (por dia, semana, mês);
- como acontece o processo no empreendimento;
- quantitativo de materiais utilizados, água, mão de obra, etc.

APÊNDICE B – Esquema representativo do tratamento escolhido



### APÊNDICE C – Planilha orçamentária (parte 1)

ESTADO DO PARÁ							
PROJETO: SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO							
LOCALIDADE: TUCURUÍ							
PLANILHA ORÇAMENTARIA							
REFERÊNCIA DE PREÇOS	SINAPI PCI.817.01 - CUSTO DE COMPOSIÇÕES - SINTÉTICO/ ANALÍTICO - ABRIL/2019 E OUTRAS FONTES						
	SINAPI PREÇO E INSUMOS - ABRIL/2019 E OUTRAS FONTES						
BDI	BDI: Fornecimento de insumos- 17,43% e BDI: Obras e Serviços- 29,93%						
ITEM	BANCO	ESPECIFICAÇÃO	PREVISTO				
			Un	Quant.	P. Unitário	P. Unitário c/ BDI	Valor Total
<b>1.0</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					<b>R\$4.109,34</b>
1.1	SINAPI	Capina e limpeza manual do terreno	m <sup>2</sup>	355	R\$1,10	R\$1,38	R\$489,90
1.2	SINAPI	Placa de obra 2,00 x 3,00 m em chapa galvanizada com pintura esmalte, com padrão estabelecido.	m <sup>2</sup>	6,00	R\$472,69	R\$558,91	R\$3.353,46
1.3	NSINAPI	Emissão de Relatório Técnico com ART (Anotação de Resp. Técnica)	un	1	R\$226,50	R\$265,98	R\$265,98
<b>2</b>		<b>ESTERQUEIRA</b>					<b>R\$6.922,80</b>
2.1	SINAPI	Escavação manual de vala para viga baldrame	m <sup>2</sup>	1,7	R\$82,27	R\$103,58	R\$176,08
2.2	SINAPI	Reaterro e compactação mecânica de vala com compactador manual	m <sup>3</sup>	1,7	R\$16,97	R\$21,04	R\$35,76
2.3	SEDOF	Baldrame em concreto armado c/ cinta de amarração	m <sup>3</sup>	1,7	R\$1.338,92	R\$1.607,81	R\$2.733,27
2.4	SINAPI	Alvenaria de blocos de concreto estrutural	m <sup>2</sup>	4.4	R\$53,68	R\$64,26	R\$282,74
2.5	SINAPI	Concreto magro (cimento/areia média/brita)	m <sup>3</sup>	4.4	R\$387,35	R\$464,77	R\$2.044,98
2.6	SINAPI	Argamassa de impermeabilização	m <sup>2</sup>	1,7	R\$35,40	R\$43,38	R\$73,74
2.7	NSINAPI	Pilares pré-moldados	m <sup>2</sup>	0,48	R\$95,00	R\$123,43	R\$59,25
2.8	SINAPI	Telhas de fibrocimento	m <sup>2</sup>	1,7	R\$110,58	R\$130,24	R\$221,40
2.9	SINAPI	Concreto armado	m <sup>3</sup>	0,3	R\$2.030,12	R\$2.435,58	R\$730,67
2.10	SINAPI	Tubo de concreto D=1500mm	un	1	R\$564,91	R\$670,37	R\$564,91
<b>3</b>		<b>CAIXA COLETORA DE CHORUME</b>					<b>R\$486,11</b>
3.1	SINAPI	Alvenaria de blocos de concreto estrutural	m <sup>2</sup>	3.2	R\$53,68	R\$64,26	R\$205,63
3.2	SEDOF	Canaleta em concreto simples	M	1,8	R\$159,65	R\$191,75	R\$345,15
3.3	SEDOF	Concreto simples	m <sup>2</sup>	4.0	R\$28,79	R\$35,24	R\$140,96

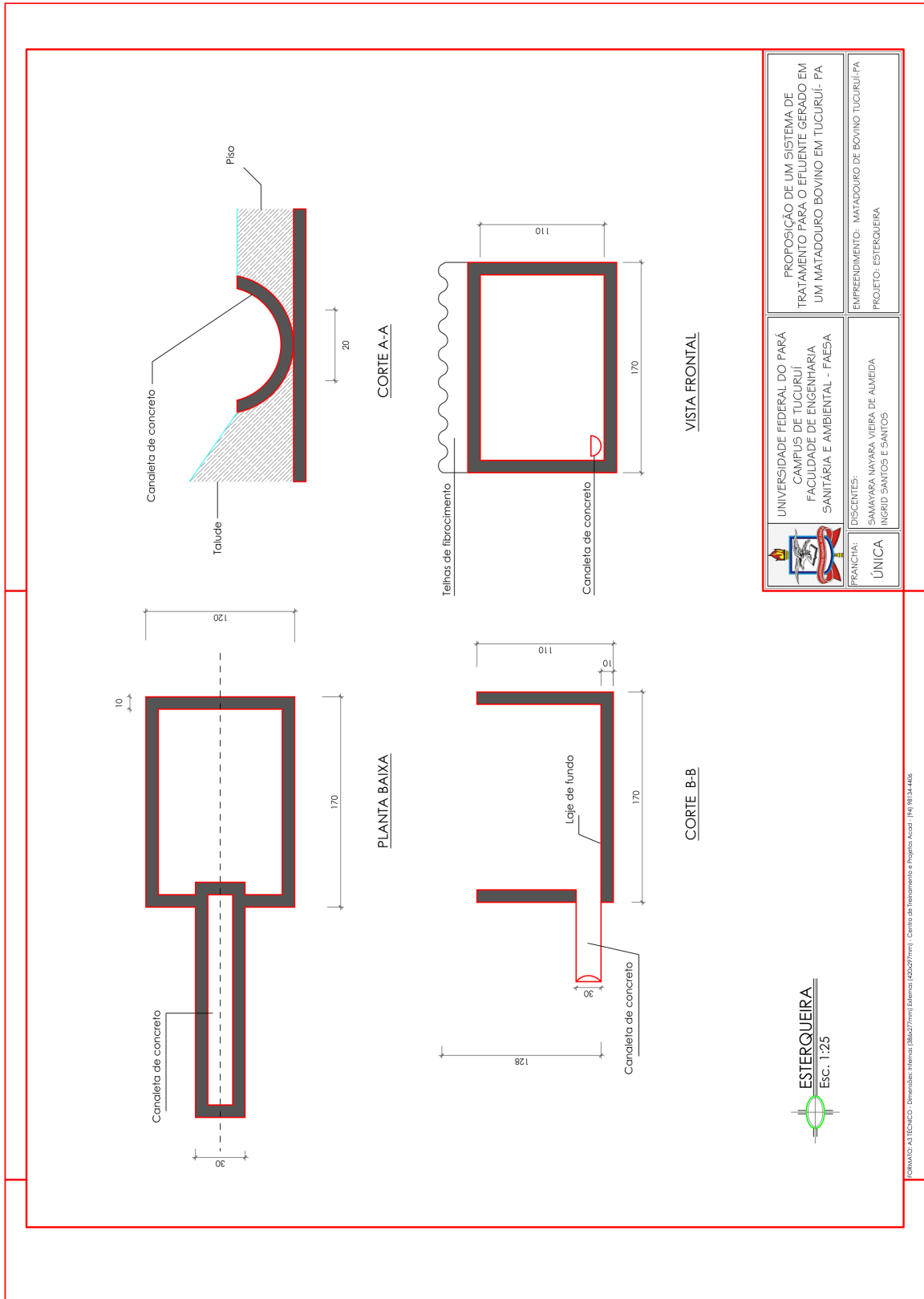
### APÊNDICE D – Planilha orçamentária (parte 2)

4		<b>TANQUE COLETOR DE SANGUE</b>	Un.	Quant.	P. Unitário	P. Unitário c/ BDI	<b>R\$1.069,65</b>
4.1	SINAPI	Alvenaria de blocos de concreto	m <sup>2</sup>	2	R\$53,68	R\$64,26	R\$128,52
4.2	SINAPI	Escavação manual de vala com profundidade menor ou igual 1,30	m <sup>3</sup>	1,65	R\$54,47	R\$68,43	R\$112,90
4.3	SINAPI	Regularização e compactação manual do terreno	m <sup>2</sup>	1,65	R\$4,54	R\$5,70	R\$9,40
4.4	SEDOP	Concreto simples	m <sup>2</sup>	2	R\$28,79	R\$35,24	R\$70,48
4.5	SINAPI	Tubo PVC 50mm	M	64,15	R\$8,99	R\$10,55	R\$676,78
4.6	SINAPI	Argamassa de impermeabilização	m <sup>2</sup>	1,65	R\$35,40	R\$43,38	R\$71,57
<b>5</b>		<b>TRATAMENTO</b>					
<b>5.1</b>		<b>LAGOA ANAERÓBIA</b>					<b>R\$10.289,06</b>
5.1.1	NSINAPI	Reaterro manual	diárias	18	R\$16,97	R\$21,04	R\$378,72
5.1.2	SINAPI	Regularização e compactação manual do terreno	m <sup>2</sup>	18	R\$4,54	R\$5,70	R\$102,60
5.1.3	SINAPI	Escavação manual (Local)	m <sup>3</sup>	18	R\$206,55	R\$259,50	R\$4.671,00
5.1.4	NSINAPI	Transporte do aterro escavado (Caminhão)	dia	2	R\$900,00	R\$1.169,37	R\$2.338,74
5.1.5	SINAPI	Geomembrana lisa de PEAD com espessura de 2 mm	m <sup>2</sup>	18	R\$42,04	R\$49,90	R\$898,20
5.1.6	NSINAPI	Serviço de instalação da Geomembrana	diárias	1	R\$449,10	R\$583,52	R\$583,52
5.1.7	SEDOP	Gradeamento (Pré-Tratamento)	und	2	R\$389,18	R\$459,69	R\$919,38
5.1.8	SINAPI	Tubo JEI - DN 100mm	M	17,5	R\$19,32	R\$22,68	R\$396,90
<b>5.2</b>		<b>LAGOA FACULTATIVA</b>					<b>R\$49.035,20</b>
5.2.1	SINAPI	Geomembrana lisa de PEAD com espessura de 2 mm	m <sup>2</sup>	403	R\$42,04	R\$49,90	R\$20.109,70
5.2.2	NSINAPI	Serviço de instalação da Geomembrana	diárias	2	R\$10.054,85	R\$13.064,27	R\$26.128,53
5.2.3	SINAPI	Tubo JEI - DN 100mm	m	3,5	R\$19,32	R\$22,68	R\$79,38
5.2.4	SINAPI	Reaterro manual com compactação mecanizada	m <sup>3</sup>	85,5	R\$20,78	R\$26,01	R\$2.223,85
5.2.5	NSINAPI	Drenagem/Esgotamento da lagoa existente	m <sup>3</sup>	1	R\$300,00	R\$389,79	R\$389,79
5.2.6	NSINAPI	Arremate da escavação (manual)	diárias	1	R\$80,00	R\$103,94	R\$103,94

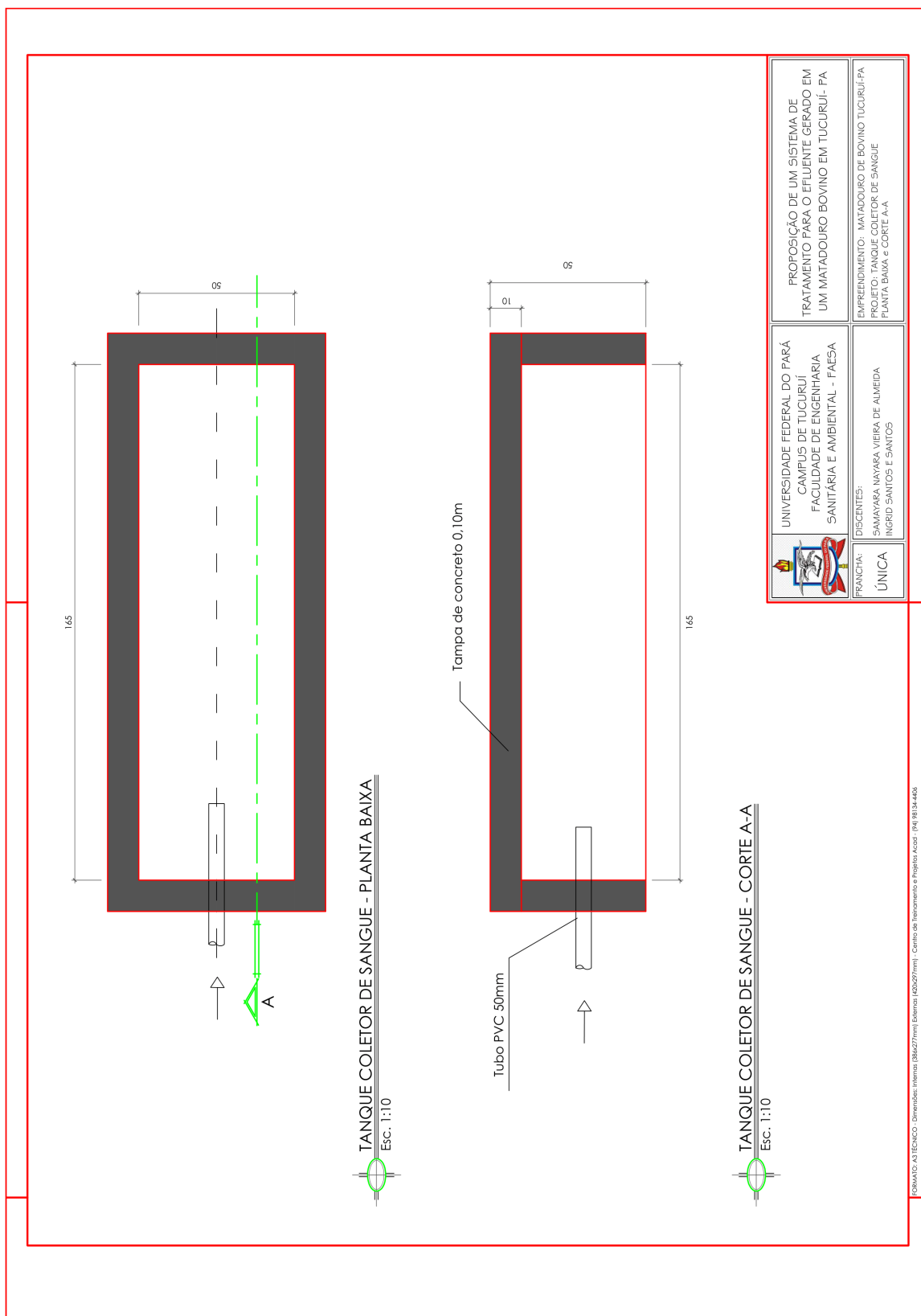
**APÊNDICE E – Planilha orçamentária (parte 3)**

<b>6</b>		<b>COMPOSTEIRA</b>	<b>Un.</b>	<b>Quant.</b>	<b>P. Unitário</b>	<b>P. Unitário c/ BDI</b>	<b>R\$24.035,46</b>
6.1	SINAPI	Alvenaria de blocos de concreto	m²	12	R\$53,68	R\$64,26	R\$771,12
6.2	NSINAPI	Tela de nylon	un	1	R\$133,50	R\$156,76	R\$156,76
6.3	SINAPI	Telha ondulada de fibrocimento	m²	12	R\$110,58	R\$130,24	R\$1.562,88
6.4	NSINAPI	Sapata	um	12	R\$8,50	R\$9,98	R\$119,78
6.5	SEDOP	Baldrame em concreto armado c/ cinta de amarração	m	12	R\$1.338,92	R\$1.607,81	R\$19.293,72
6.6	SINAPI	Tábua de madeira não aparelhada	m	8	R\$2,65	R\$3,11	R\$24,88
6.7	SEDOP	Canaleta em concreto simples	m	2,2	R\$159,65	R\$191,75	R\$421,85
6.8	SINAPI	Alvenaria de blocos de concreto	m²	3,2	R\$53,68	R\$64,26	R\$205,63
6.9	SINAPI	Impermeabilização de pisos com argamassa de cimento e areia, c/ aditivo impermeabilizante	m²	12	R\$35,40	R\$43,38	R\$520,56
6.10	SEDOP	Concreto simples c/ seixo traço 1:2:3	m²	12	R\$28,79	R\$35,24	R\$422,88
6.11	SEDOP	Tela alambrado de arame galvanizado	m²	12	R\$30,00	R\$35,22	R\$422,64
6.12	SEDOP	Concreto simples traço 1:2:3	m²	3,2	R\$28,79	R\$35,24	R\$112,76
<b>7</b>		<b>LAGOA ANAERÓBIA COBERTA</b>					<b>R\$3.443,58</b>
7.1	NSINAPI	Biodigestor	m³	2	R\$2.110,00	R\$2.477,77	R\$2.477,77
7.2	NSINAPI	Serviço de instalação do Biodigestor	diária	1	R\$743,33	R\$965,81	R\$965,81
<b>8</b>		<b>ENCAMINHAMENTO PARA O CORPO RECEPTOR</b>					<b>R\$3.288,60</b>
8.1	SINAPI	Tubo JEI - DN 100mm	m	145	R\$19,32	R\$22,68	R\$3.288,60
			<b>TOTAL GERAL</b>				<b>R\$103.252,84</b>

# APÊNDICE F-PLANTA ESTERQUEIRA



## APÊNDICE G – PLANTA TANQUE COLETOR DE SANGUE

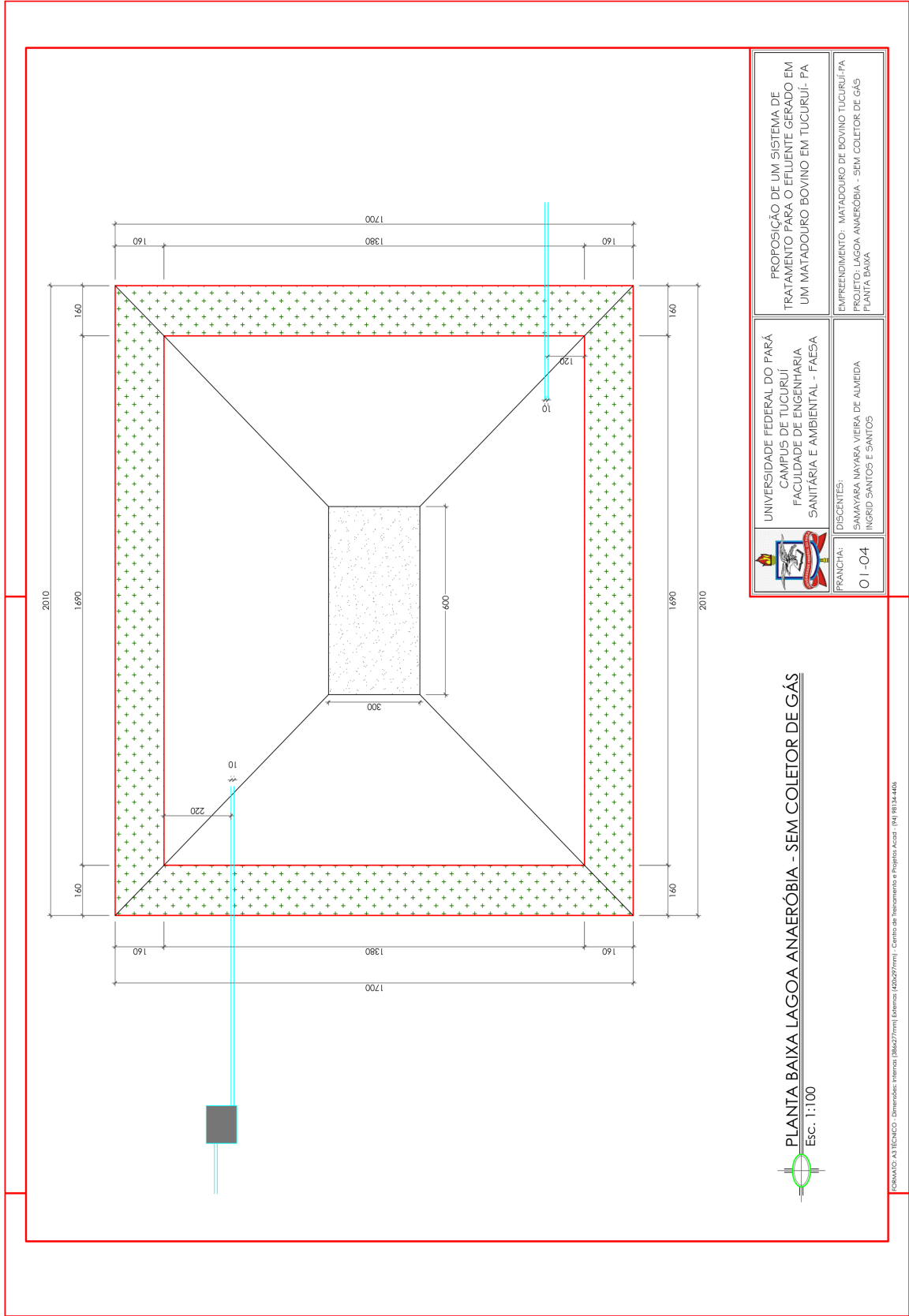


	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUI FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROFIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUI - PA
	DISCENTES: SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS E SANTOS	EMPRENDIMENTO: MATADOURO DE BOVINO TUCURUI-PA PROJETO: TANQUE COLETOR DE SANGUE PLANTA BAIXA e CORTE A-A
FRANQUIA: ÚNICA		

FORMAÇÃO TÉCNICO - Dimensione: Internal (384x277mm) - External (420x297mm) - Centro de Treinamento e Pesquisa Acad. - PAJ 18134-406



# APÊNDICE I – PLANTA BAIXA LAGOA ANAERÓBIA SEM COLETOR DE GÁS



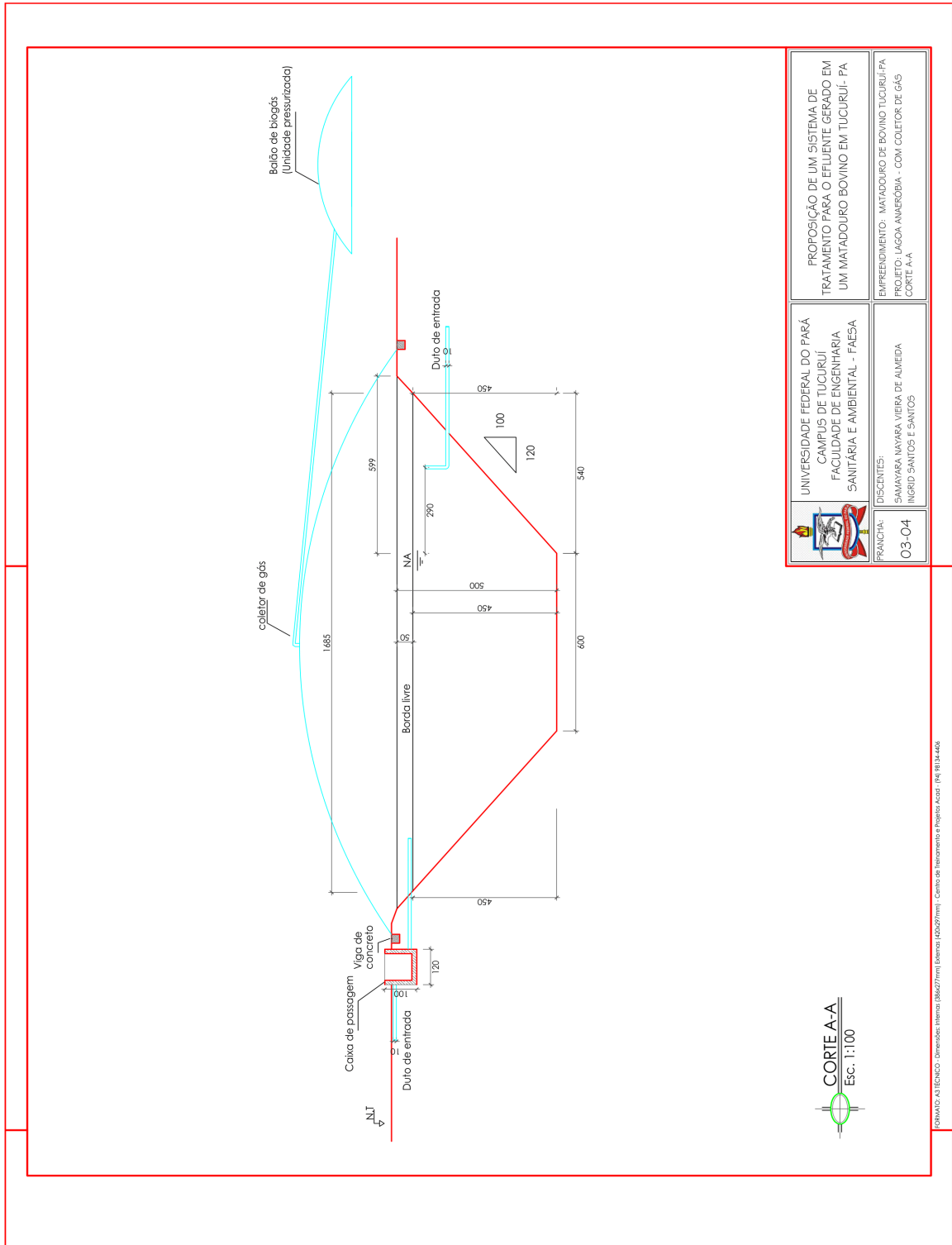
	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUÍ FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROFISSÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ- PA
	DISCENTES: SAMAYARA MAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS E SANTOS	EMPREENDIMENTO: MATADOURO DE BOVINO TUCURUÍ/PA PROJETO: LAGOA ANAERÓBIA - SEM COLETOR DE GÁS PLANTA BAIXA
PRONCHA: 01-04		


**PLANTA BAIXA LAGOA ANAERÓBIA - SEM COLETOR DE GÁS**  
 Esc. 1:100

CONWALD A3 TÉCNICO - Dimensões Internas (86x277mm) | Elemento (420x277mm) - Centro de Tratamento e Projeto Acad. - PA (81314-446)



## APÊNDICE K – LAGOA ANAERÓBIA CORTE A-A

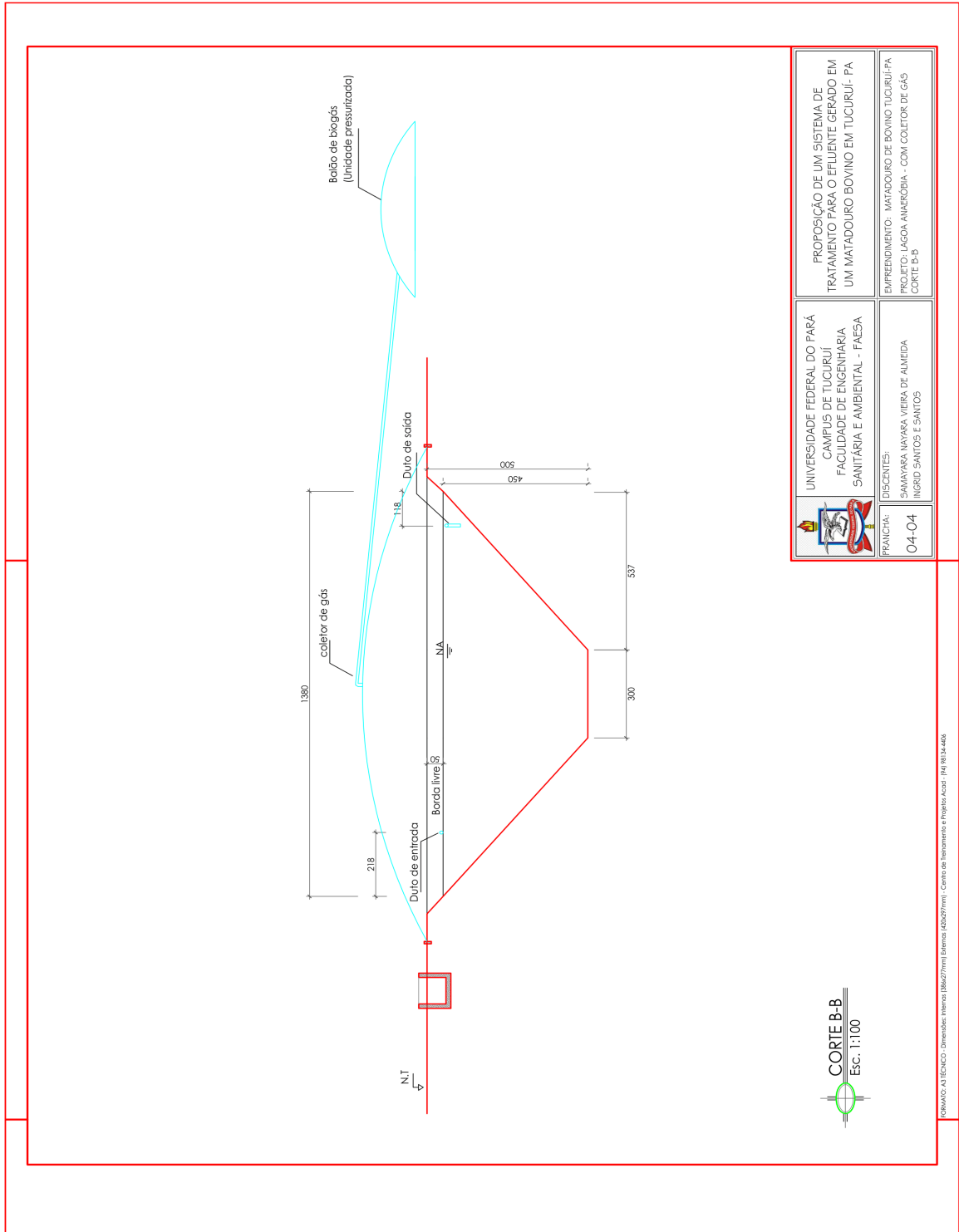


 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUÍ FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROFISSÃO DE LIM. SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ - PA
	EMPREENDIMENTO: MATADOURO DE BOVINO TUCURUÍ/PA PROJETO: LAGOA ANAERÓBIA - COM COLETOR DE GÁS CORTE A-A
DISCENTES: SAMAYARA MAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS E SANTOS	PRACIA: 03-04

**CORTE A-A**  
Esc. 1:100

FORMATO: A3 TÉCNICO - Dimensões: Interno (84x277mm) | Sistema (A20x277mm) | Contorno de Fechamento e Projeto Acad. (R1) 81x114-406

## APÊNDICE L – LAGOA ANAERÓBIA CORTE B-B

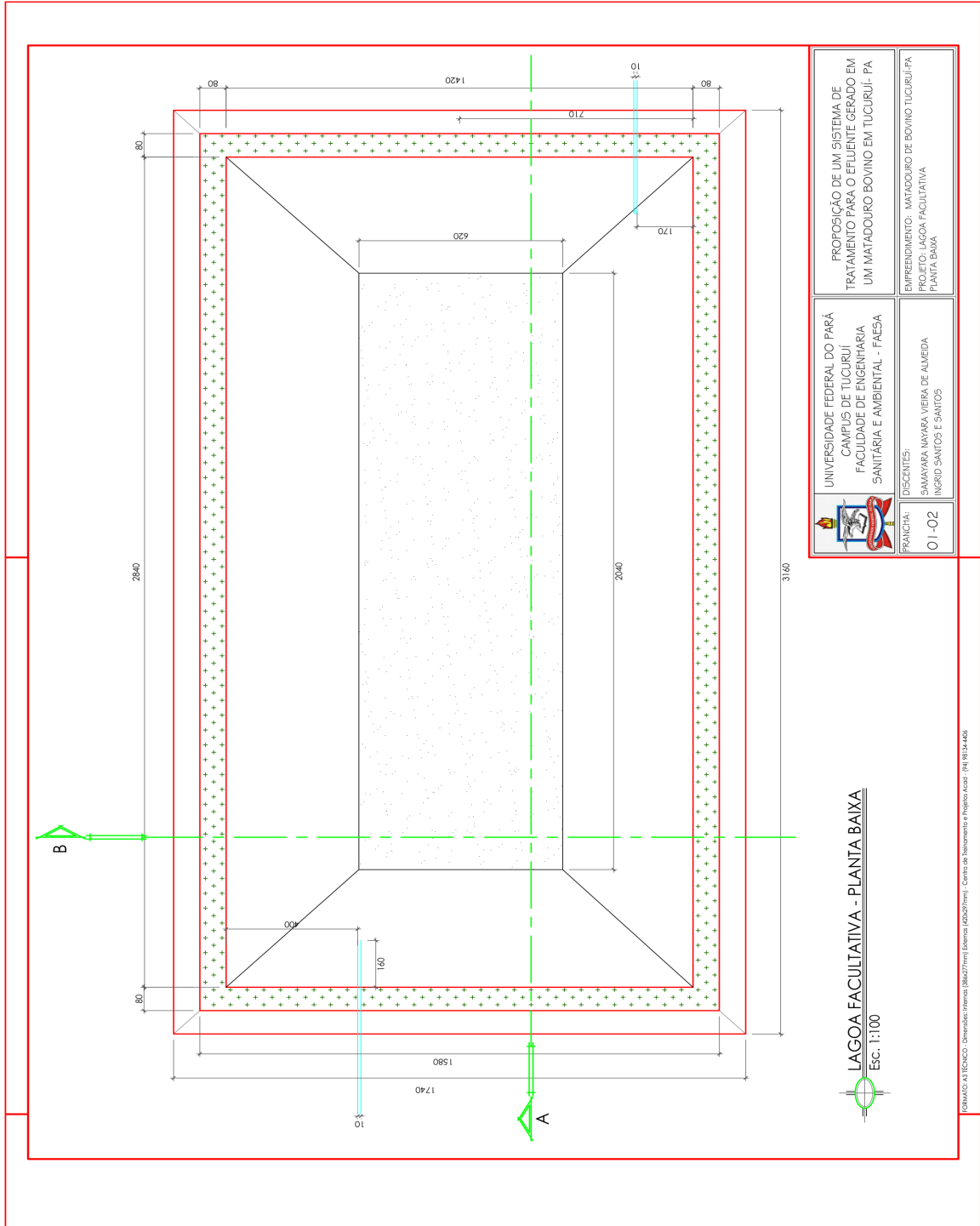


	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUI FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUI. PA
	DISCENTES: SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS L'SANTOS	EMPREENDIMENTO: MATADOURO DE BOVINO TUCURUI/PA PROJETO: LAGOA ANAERÓBIA - COM COLETOR DE GÁS CORTE B-B
FRANCHA: 04-04		

**CORTA B-B**  
Esc. 1:100

FORMAÇÃO TÉCNICA - Dimension: Helms (8/20/27mm) - Centro de Instrumentação e Projeto Acad. - (PA) (8) 34-4468

## APÊNDICE M – PLANTA BAIXA DA LAGOA FACULTATIVA

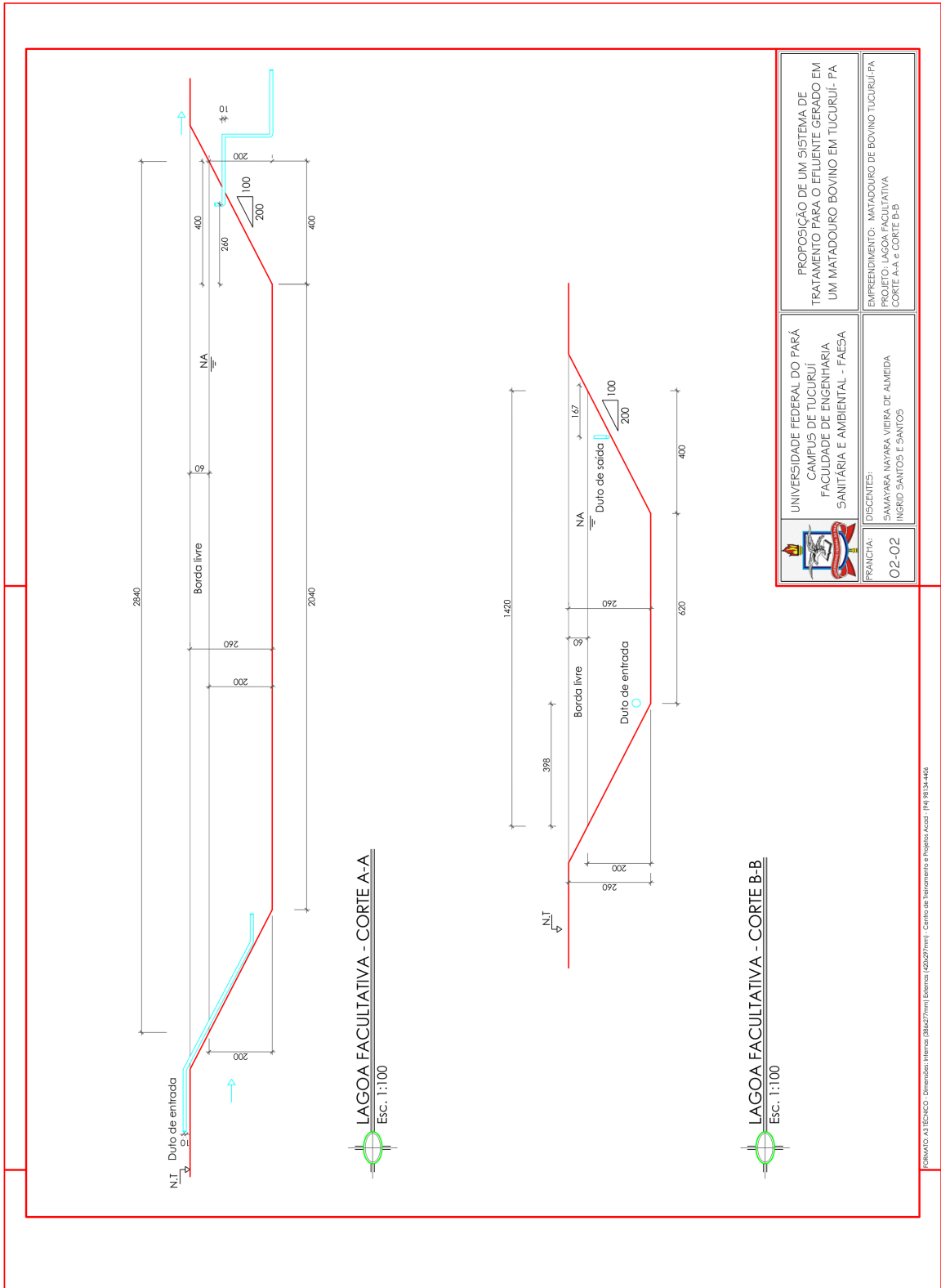


 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUI FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUI- PA
	EMPREENDIMENTO: MATADOURO DE BOVINO TUCURUI-PA PROJETO: LAGOA FACULTATIVA PLANTA BAIXA
DISCENTES: SAMAYARA MAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS ESANTOS	FRANQUIA: 01-02

LAGOA FACULTATIVA - PLANTA BAIXA  
 Esc. 1:100

FORMADO AT ENCAD - Orientador: Iliana (88627mm) (E-mail: 426297mm) - Centro de Planejamento e Projeto Arquit. (PA) 98134-4406

## APÊNDICE N – CORTE A-A E CORTE B-B DA LAGOA FACULTATIVA



	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ CAMPUS DE TUCURUÍ FACULDADE DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - FAESA	PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO PARA O EFLUENTE GERADO EM UM MATADOURO BOVINO EM TUCURUÍ- PA
	DISCENTES: SAMAYARA NAYARA VIEIRA DE ALMEIDA INGRID SANTOS E SANTOS	EMPREENDIMENTO - MATADOURO DE BOVINO TUCURUÍ-PA PROJETO - LAGOA FACULTATIVA CORTE A-A E CORTE B-B
FRANQUIA: 02-02		